

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Úprava organizace a řízení na vybraných křižovatkách ul. Nad
Porubkou v Ostravě-Porubě**

*Modification of Organization and Controlling of Traffic on
Intersections of Street Nad Porubkou in Ostrava-Poruba*

Student :

Bc. Martin Kerlin

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě, dne 22. května 2009

.....

Podpis studenta

Za skvělou spolupráci při zpracování mé diplomové práce bych moc rád poděkoval Ing. Vladislavovi Křivdovi, Ph.D., který mi poskytl spoustu dobrých rad.

Dále bych rád poděkoval DIK v sídle Ostravských komunikací a.s., panu por.Bc.Martinovi Šimkovi za poskytnutí informací, které přispěly ke zlepšení diplomové práce.

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst.4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 22. května 2009

.....

Kerlin Martin

Sportovců 18, 747 16, Hať, okr.Opava

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Kerlin, M. Úprava organizace a řízení na vybraných křižovatkách ul. Nad Porubkou v Ostravě - Porubě. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB–Technická univerzita Ostrava, 2009, 98 s. Diplomová práce, vedoucí: Křivda, V.

Diplomová práce se zabývá úpravou a organizací řízení na vybraných křižovatkách ul. Nad Porubkou. V úvodní části je popsána historie vzniku dopravy. V další části práce je proveden dopravní průzkum včetně videoanalýzy konfliktních situací na křižovatkách Nad Porubkou x Francouzská a Nad Porubkou x Rampa F. Z vyhodnocených dat jsou provedeny stavební úpravy neřízených křižovatek, návrh světelně signalizačního zařízení a návrh okružních křižovatek. Z provedených úprav navrhuji na křižovatce Nad Porubkou x Francouzská křižovatku okružní a na křižovatce Nad Porubkou x Rampa F navrhuji provedení změny přednosti v jízdě.

SUMMARY OF THE DIPLOMA THESIS

Kerlin, M. Modification of Organization and Controlling of Traffic on Intersection of Street Nad Porubkou in Ostrava – Poruba. Ostrava: Institute of Transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB–Technical University of Ostrava, 2009, 98 s. Diploma thesis, leader: Křivda, V.

The diploma thesis deals with the modification and organization of control at the selected intersections in the Nad Porubkou street. The second part of the thesis presents the traffic research including the video analysis of conflict situations at the Nad Porubkou × Francouzská intersection and at the Nad Porubkou × Rampa F intersection. The resultant data are used to carry out building modifications of uncontrolled intersections, a plan of traffic lights, and a plan of traffic circles. With regard to the modifications, I suggest using a traffic circle at the Nad Porubkou × Francouzská intersection and introducing a change of right-of-way at the Nad Porubkou × Rampa F intersection.

Obsah

1	ÚVOD.....	1
2	POPIS VYBRANÉ LOKALITY A OKOLÍ.....	3
2.1	POPIS LOKALITY A OKOLÍ KŘÍŽOVATEK UL. NAD PORUBKOU	3
2.2	DOPRAVNĚ – INŽENÝRSKÉ PARAMETRY KŘÍŽOVATEK A A B	5
2.2.1	<i>Dopravní značení na křižovatce A [TP 65 II.vydání]</i>	<i>6</i>
2.2.2	<i>Dopravní značení na křižovatce B [TP 65 II.vydání]</i>	<i>7</i>
2.3	PODROBNĚJŠÍ POPIS OKOLÍ KŘÍŽOVATKY A	8
2.4	PODROBNĚJŠÍ POPIS OKOLÍ KŘÍŽOVATKY B	9
3	PROVEDENÍ DOPRAVNÍCH PRŮZKUMŮ	11
3.1	ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍCH PRŮZKUMŮ [1]	11
3.2	ZPŮSOBY PROVEDENÍ DOPRAVNÍCH PRŮZKUMŮ [2].....	12
3.3	KOEFICIENTY PRO PŘEPOČET NA JEDNOTKOVÁ VOZIDLA.....	12
3.4	DOPRAVNÍ PRŮZKUM NA KŘÍŽOVATCE A.....	14
3.5	DOPRAVNÍ PRŮZKUM NA KŘÍŽOVATCE B	17
4	ANALÝZA NEHODOVOSTI A VIDEOANALÝZA KONFLIKTNÍCH SITUACÍ	22
4.1	ZÁKLADNÍ POJMY [1].....	22
4.2	NEHODOVOST NA KŘÍŽOVATCE A	23
4.3	NEHODOVOST NA KŘÍŽOVATCE B	24
4.4	KOLIZNÍ DIAGRAM NA KŘÍŽOVATKÁCH A,B	25
4.5	VIDEOANALÝZA KONFLIKTNÍCH SITUACÍ (VZNIK A METODIKA ZPRACOVÁNÍ) [2].....	27
4.5.1	<i>Metodika pro zpracování videoanalýzy [2]</i>	<i>29</i>
4.6	ANALÝZA KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE A	29
4.6.1	<i>Četnosti konfliktních situací.....</i>	<i>32</i>
4.7	ANALÝZA KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE B.....	34
4.8	ZHODNOCENÍ KONFLIKTNOSTI NA KŘÍŽOVATKÁCH A A B	36
4.8.1	<i>Zhodnocení konfliktnosti na křižovatce A a návrh opatření.....</i>	<i>36</i>
4.8.2	<i>Zhodnocení konfliktnosti na křižovatce B a návrh opatření.....</i>	<i>38</i>
5	VARIANTNÍ NÁVRH NA ÚPRAVU KŘÍŽOVATEK A,B VČETNĚ POTŘEBNÝCH KAPACITNÍCH VÝPOČTŮ.....	39
5.1	NÁVRH ZMĚN NA KŘÍŽOVATCE A	39
5.1.1	<i>Stavební úpravy při zachování neřízeného provozu.....</i>	<i>39</i>
5.1.2	<i>Návrh světelně signalizačního zařízení na křižovatce A</i>	<i>42</i>
5.1.3	<i>Návrh okružní křižovatky na křižovatce A.....</i>	<i>53</i>
5.2	NÁVRH ZMĚN NA KŘÍŽOVATCE B.....	57
5.2.1	<i>Stavební úpravy při zachování neřízeného provozu.....</i>	<i>57</i>
5.2.2	<i>Návrh světelně signalizačního zařízení na křižovatce B</i>	<i>61</i>

5.2.3	Návrh okružní křižovatky na křižovatce B.....	63
5.3	KOORDINACE A DOBA PROVOZU SSZ NA KŘÍŽOVATKÁCH A,B.....	66
5.4	KAPACITNÍ VÝPOČTY KŘÍŽOVATEK A,B	67
5.4.1	Výpočet výkonnosti na neřízené křižovatce A	74
5.4.2	Kapacita okružní křižovatky A	78
5.4.3	Výpočet výkonnosti na neřízené křižovatce B (stávající řešení).....	79
5.4.4	Výpočet výkonnosti na neřízené křižovatce B (po změně přednosti).....	84
5.4.5	Kapacita okružní křižovatky B	88
6	ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ	90
6.1	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ KŘÍŽOVATKY A	90
6.1.1	Ekonomické zhodnocení při provedení stavebních úprav neřízené křižovatky A.....	90
6.1.2	Ekonomické zhodnocení zřízení SSZ na křižovatce A	91
6.1.3	Ekonomické zhodnocení výstavby okružní křižovatky A.....	92
6.2	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ KŘÍŽOVATKY B.....	94
6.2.1	Ekonomické zhodnocení při provedení stavebních úprav neřízené křižovatky B.....	94
6.2.2	Ekonomické zhodnocení zřízení SSZ na křižovatce A	94
6.2.3	Ekonomické zhodnocení výstavby okružní křižovatky A.....	96
6.3	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ KŘÍŽOVATEK A,B.....	97
6.3.1	Výsledný návrh křižovatky A.....	97
6.3.2	Výsledný návrh křižovatky B.....	97
7	ZÁVĚR.....	98
	SEZNAM PŘÍLOH	101

Seznam obrázků

OBR. 2.1 POLOHA KŘÍŽOVATEK V MĚSTSKÉ ČÁSTI PORUBA	4
OBR. 2.2 DETAIL ŘEŠENÝCH KŘÍŽOVATEK Z OBR 2.1 S POPISEM ULIC.....	4
OBR. 2.3 ŘEZ KOMUNIKACE 1A VČETNĚ ROZMĚROVÝCH PARAMETRŮ	5
OBR. 2.4 ŘEZ VEDLEJŠÍCH RAMEN KOMUNIKACE KŘÍŽOVATEK A A B	5
OBR. 2.5 BOČNÍ VZDÁLENOST DOPRAVNÍ ZNAČKY OD VOZOVKY (V OBCI)	6
OBR. 2.6 VÝŠKA DOPRAVNÍ ZNAČKY OD ÚROVNĚ VOZOVKY	6
OBR. 3.1 LETECKÝ POHLED NA KŘÍŽOVATKU A	15
OBR. 3.2 SITUACNÍ SCHÉMA KŘÍŽOVATKY A S VYZNAČENÝMI SMĚRY	15
OBR. 3.3 PENTLOGRAM VÝSLEDNÝCH INTENZIT NA KŘÍŽOVATCE A.....	16
OBR. 3.4 LETECKÝ POHLED NA KŘÍŽOVATKU B	17
OBR. 3.5 SITUACNÍ SCHÉMA KŘÍŽOVATKY A S VYZNAČENÝMI SMĚRY	17
OBR. 3.6 PENTLOGRAM VÝSLEDNÝCH INTENZIT NA KŘÍŽOVATCE B	18
OBR. 3.7 GRAF POROVNÁNÍ HODINOVÝCH INTENZIT MEZI RANNÍ A ODPOLEDNÍ ŠPIČKOU NA KŘÍŽOVATCE B ...	20
OBR. 3.8 GRAF POROVNÁNÍ HODINOVÝCH INTENZIT MEZI RANNÍ A ODPOLEDNÍ ŠPIČKOU NA KŘÍŽOVATCE A ...	21
OBR. 4.1 GRAF POČTU DOPRAVNÍCH NEHOD VČETNĚ VYČÍSLENÍ HRUBÉ ŠKODY NA KŘÍŽOVATCE A	24
OBR. 4.2 GRAF POČTU DOPRAVNÍCH NEHOD VČETNĚ VYČÍSLENÍ HRUBÉ ŠKODY NA KŘÍŽOVATCE B.....	25
OBR. 4.3 KOLIZNÍ DIAGRAM NA KŘÍŽOVATCE A	26
OBR. 4.4 KOLIZNÍ DIAGRAM NA KŘÍŽOVATCE B	26
OBR. 4.5 ROZBOR KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE A	31
OBR. 4.6 ROZBOR KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE B	35
OBR. 5.1 NOVĚ NAVRŽENÉ ŘEŠENÍ STAVEBNÍCH ÚPRAV, VLOŽENÉ DO STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ (KŘÍŽOVATKA A)	40
OBR. 5.2 SITUACNÍ POHLED NA KŘÍŽOVATKU A PO PROVEDENÍ STAVEBNÍCH ÚPRAV	41
OBR. 5.3 VYZNAČENÍ DOPRAVNÍCH PROUDŮ VČETNĚ CHODCŮ NA KŘÍŽOVATCE A.....	42
OBR. 5.4 FÁZOVÉ SCHÉMA.....	46
OBR. 5.5 ZVOLENÉ FÁZOVÉ SCHÉMA	48
OBR. 5.6 NÁVRH SSZ NA KŘÍŽOVATCE A.....	52
OBR. 5.7 KOLIZÍ BODY NA OKRUŽNÍ A PRŮSEČNÉ KŘÍŽOVATCE	53
OBR. 5.8 NÁVRH OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY A	55
OBR. 5.9 OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA A VČETNĚ DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ.....	56
OBR. 5.10 NOVĚ NAVRŽENÉ ŘEŠENÍ STAVEBNÍCH ÚPRAV, VLOŽENÉ DO STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ (KŘÍŽOVATKA B)	59
OBR. 5.11 SITUACNÍ POHLED NA KŘÍŽOVATKU B PO PROVEDENÍ STAVEBNÍCH ÚPRAV.....	60
OBR. 5.12 VYZNAČENÍ DOPRAVNÍCH PROUDŮ VČETNĚ CHODCŮ NA KŘÍŽOVATCE B.....	61
OBR. 5.13 NÁVRH SSZ NA KŘÍŽOVATCE B	62
OBR. 5.14 NÁVRH OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY B.....	64
OBR. 5.15 OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA A VČETNĚ DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ.....	65
OBR. 5.16 KOORDINACE KŘÍŽOVATEK A A B.....	66
OBR. 5.17 STUPNĚ NADŘÁZENOSTI JEDNOTLIVÝCH DOPRAVNÍCH PROUDŮ STYKOVÉ KŘÍŽOVATKY	67

OBR. 5.18 VYZNAČENÍ NÁSLEDNÉ MEZERY T_F	68
OBR. 5.19 DOPRAVNÍ PROUDY SE SPOLEČNÝM ŘAZENÍM	70
OBR. 5.20 URČENÍ INTENZIT DOPRAVNÍHO PROUDU NA OKRUHU TĚSNĚ PŘED VJEZDEM PODLE BRILONA A STUWEHO	71
OBR. 5.21 INTENZITY DOPRAVNÍCH PROUDŮ OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY	73
OBR. 5.22 POPIS KŘÍŽOVATKY A PRO VÝPOČET KAPACIT S OZNAČENÍM RAMEN	74
OBR. 5.23 OZNAČENÍ VJEZDŮ NA OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATCE A	78
OBR. 5.24 GRAF VYJADŘUJÍCÍ KAPACITY JEDNOTLIVÝCH VÝPOČETNÍCH METOD NA KŘÍŽOVATCE A	79
OBR. 5.25 POPIS KŘÍŽOVATKY B PRO VÝPOČET KAPACIT S OZNAČENÍM RAMEN	79
OBR. 5.26 POPIS KŘÍŽOVATKY B PRO VÝPOČET KAPACIT S OZNAČENÍM RAMEN	84
OBR. 5.27 OZNAČENÍ VJEZDŮ NA KŘÍŽOVATCE B	88
OBR. 5.28 GRAF VYJADŘUJÍCÍ KAPACITY JEDNOTLIVÝCH VÝPOČETNÍCH METOD NA KŘÍŽOVATCE B	88

Seznam tabulek

TAB. 3.1 PŘEPOČTOVÉ KOEFICIENTY JEDNOTKOVÝCH VOZIDEL	13
TAB. 3.2 VZOROVÝ VÝPOČET JEDNOTKOVÝCH VOZIDEL	14
TAB. 3.3 VÝSLEDNÉ INTENZITY JEDNOTKOVÝCH VOZIDEL NA KŘÍŽOVATCE A	16
TAB. 3.4 VÝSLEDNÉ INTENZITY JEDNOTKOVÝCH VOZIDEL OD 7:00 DO 8:00 NA KŘÍŽOVATCE B	18
TAB. 3.5 POROVNÁNÍ HODINOVÝCH INTENZIT JEDNOTKOVÝCH VOZIDEL MEZI RANNÍ A ODPOLEDNÍ ŠPIČKOU NA KŘÍŽOVATCE B	19
TAB. 3.6 POROVNÁNÍ HODINOVÝCH INTENZIT JEDNOTKOVÝCH VOZIDEL MEZI RANNÍ A ODPOLEDNÍ ŠPIČKOU NA KŘÍŽOVATCE B	20
TAB. 4.1 POČET DOPRAVNÍCH NEHOD VČETNĚ VYČÍSLENÍ HRUBÉ ŠKODY NA KŘÍŽOVATCE A	23
TAB. 4.2 POČET DOPRAVNÍCH NEHOD VČETNĚ VYČÍSLENÍ HRUBÉ ŠKODY NA KŘÍŽOVATCE B	24
TAB. 4.3 KLASIFIKACE PODLE ÚČASTNÍKŮ	28
TAB. 4.4 KLASIFIKACE PODLE ZPŮSOBU KONFLIKTU	28
TAB. 4.5 KLASIFIKACE PODLE ZÁVAŽNOSTI	28
TAB. 4.6 SEZNAM KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE A	30
TAB. 4.7 KOEFICIENTY ZÁVAŽNOSTI	32
TAB. 4.8 ČETNOST KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE A S VÝPOČTEM RELATIVNÍ A VÁŽENÉ KONFLIKTNOSTI	33
TAB. 4.9 SEZNAM KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE B	34
TAB. 4.10 ČETNOST KONFLIKTNÍCH SITUACÍ NA KŘÍŽOVATCE B S VÝPOČTEM RELATIVNÍ A VÁŽENÉ KONFLIKTNOSTI	36
TAB. 5.1 TABULKA S VÝPOČTENÝMI MEZIČASY (NAJÍZDĚJÍCÍ SMĚR A1)	45
TAB. 5.2 VÝSLEDNÁ TABULKA MEZIČASŮ	46
TAB. 5.3 TABULKA KOMBINACÍ FÁZÍ 1-2 S VÝSLEDNÝM MEZIČASEM	47
TAB. 5.4 TABULKA SOUČTOVÝCH MEZIČASŮ	48
TAB. 5.5 ZVOLENÉ ROZMĚRY NA KŘÍŽOVATCE A	54
TAB. 5.6 ZVOLENÉ ROZMĚRY NA KŘÍŽOVATCE B	63

TAB. 5.7 HODNOTY KOEFICIENTŮ A, B	72
TAB. 5.8 INTENZITY VOZIDEL PRO JEDNOTLIVÉ DOPRAVNÍ PROUDY	74
TAB. 5.9 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ VÝKONNOSTI NEŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY A.....	78
TAB. 5.10 TABULKA VÝSLEDNÝCH KAPACIT NA OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATCE A	78
TAB. 5.11 REZERVY NA KŘÍŽOVATCE A PODLE VYPOČTENÝCH METOD	79
TAB. 5.12 INTENZITY VOZIDEL PRO JEDNOTLIVÉ DOPRAVNÍ PROUDY	80
TAB. 5.13 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ VÝKONNOSTI NEŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY B PŘI STÁVAJÍCÍM ŘEŠENÍ.....	83
TAB. 5.14 INTENZITY VOZIDEL PRO JEDNOTLIVÉ DOPRAVNÍ PROUDY	84
TAB. 5.15 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ VÝKONNOSTI NEŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY B PO ZMĚNĚ PŘEDNOSTI	87
TAB. 5.16 TABULKA VÝSLEDNÝCH KAPACIT NA OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATCE A	88
TAB. 5.17 REZERVY DLE VYPOČTENÝCH METOD NA KŘÍŽOVATCE A	89
TAB. 6.1 CENOVÁ KALKULACE NA REALIZACI STAVEBNÍCH ÚPRAV NEŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY A.....	90
TAB. 6.2 CENOVÁ KALKULACE REALIZACE SSZ NA KŘÍŽOVATCE A.....	91
TAB. 6.3 CENOVÁ KALKULACE REALIZACE OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY B	92
TAB. 6.4 CENOVÁ KALKULACE NA REALIZACI STAVEBNÍCH ÚPRAV NEŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY B	94
TAB. 6.5 CENOVÁ KALKULACE REALIZACE SSZ NA KŘÍŽOVATCE A.....	95

Seznam použitého značení

atp. -	a tak podobně
apod. -	a podobně
cca. -	„cirka“ přibližně
č. -	číslo
ČSN -	Česká státní norma
°C -	stupeň Celsia
DP -	dopravní prostředek
ha -	hektar
j.v. -	jednotkové vozidlo
km/h -	kilometr za hodinu
KS -	konfliktní situace
m -	metr
MHD -	městská hromadná doprava
M ₁ -	kategorie osobních vozidel do celkové hmotnosti 3,5 t
m _c -	celková hmotnost
m _p -	pohotovostní hmotnost
N ₁ -	kategorie nákladních vozidel do celkové hmotnosti 3,5 t
obr. -	obrázek
RK -	rychlostní komunikace
resp. -	respektive
SOŠ -	střední odborná škola
SSZ -	světelné signalizační zařízení
tab. -	tabulka
TP –	technické podmínky
tzv. -	takzvaný
tzn. -	to znamená
tj. -	to je
zn. -	značka

1 ÚVOD

Doprava hraje v dnešní době důležitou a nepostradatelnou roli v lidském životě. V rozmezí starověku a novověku lidé využívali jako prostředek dopravy zejména plavbu po vodě a dále pak zvířecí sílu, povozy a kočáry. Dopravní cesty byly kvůli náročnému budování stavěny tak, aby spojovaly města s co nejkratší vzdáleností. Spojování více míst na území, začalo tvořit infrastrukturu. S rozvojem infrastruktury docházelo k protnutí dvou a více dopravních cest a toto protnutí symbolizuje dnešní křižovatky. V rané době byly využívány dopravní cesty tak málo, že je nebylo nutné na křižovatkách organizovat a řídit.

V první vlně industrializace v letech 1760 až 1850 byl vynalezen parní stroj, který našel uplatnění v železniční dopravě. Teprve druhá vlna industrializace v letech 1850 až 1918 zapříčinila rozvoj dopravy s vynalezením jízdního kola a spalovacího motoru. Velkým rozmachem byla pásová výroba osobních automobilů, kdy si každý průměrně vydělávající občan k uspokojení svých potřeb, mohl nový osobní automobil koupit. Lidé začali využívat silniční vozidla k podnikání pracovních nebo soukromých cest. Pro občany bylo výhodné cestovat automobily, ale pro majitele pozemních komunikací nastaly „kruté“ časy, kdy bylo nutné určit pravidla pro řízení dopravy, jelikož se zvyšoval počet dopravních nehod. S postupem času docházelo k narůstání intenzit dopravy a bylo třeba zřídít první dopravní značení upravující přednost na křižovatkách. Především šlo o křižovatky dopravně rozlišené, kde byl určen hlavní a vedlejší směr.

U nás v ČR se doprava začala rozvíjet pozvolna od roku 1950. Ovšem po roce 1989 se otevřením hranic uvolnil trh. Došlo k dovozu vozidel zahraničních výrobců. To především způsobilo spolu s rostoucí životní úrovní expanzivní nárůst intenzit dopravy v ČR. Tato intenzita se pomalu blíží kapacitě předem prognózovaných dopravních cest.

V této diplomové práci se budu věnovat problematice dvou stykových křižovatek. Při navrhování jakýchkoliv křižovatek je tedy nutno brát v úvahu mnoho faktorů. V zásadě lze říci, že je nutné křižovatku navrhnout účelně, hospodárně, se zajištěnou bezpečností silničního provozu a plynulostí provozu a v neposlední řadě také s ohledem na životní prostředí. Každému faktoru při navrhování křižovatek musí být věnována patřičná pozornost.

Cílem této diplomové práce je zlepšit průjezdnost vozidel v době ranní a odpolední špičky na křižovatkách Nad Porubkou – Francouzká a Nad Porubkou – Rampa F v Ostravě Porubě. Je potřeba přistoupit k vhodnému posouzení a upřednostnění optimální varianty. Zrealizuji několik variant řešení, které by měly zrovnoprávnit všechny dopravní proudy jak z hlavního tak vedlejšího směru. Tyto variantní řešení povedou ke zlepšení dopravní situace výše zmiňovaných křižovatek.

Ve druhém bodě osnovy provedu popis vybrané lokality a okolí. Charakterizují druh křižovatek, významnost a lokalizaci.

Ve třetím bodě osnovy provedu dopravní průzkumy ve vhodně zvolených časových obdobích v průběhu dne. Dále pak provedu zkoušku pomocí přístroje Viacount II, které detekuje přítomnost a typ vozidla se současným zaznamenáním rychlosti.

Ve čtvrtém bodě osnovy analyzuji nehodovost na křižovatkách Nad Porubkou – Francouzká a Nad Porubkou – Rampa F v letech 2005 až 2007. Tento bod osnovy doplním Folprechtovou metodou videoanalýzy konfliktních situací.

V pátém bodě osnovy se budu věnovat variantním návrhům na úpravu daných křižovatek včetně potřebných kapacitních výpočtů.

V šestém a sedmém bodě osnovy zhodnotím návrhy variant a z tohoto vyvodím patřičný závěr.

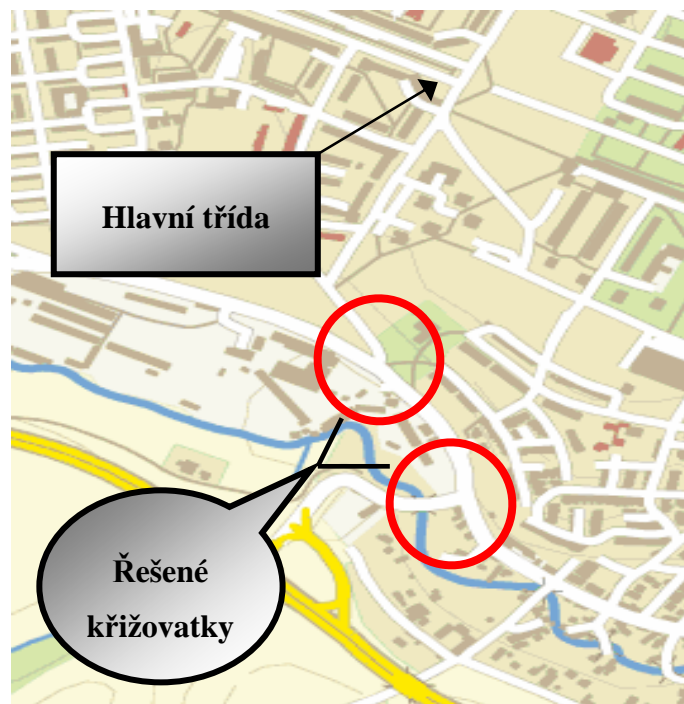
2 POPIS VYBRANÉ LOKALITY A OKOLÍ

2.1 Popis lokality a okolí křižovatek ul. Nad Porubkou

Ulice Nad Porubkou je významnou komunikací, kterou lidé využívají především pro opuštění městské části Poruba a potřebují se dopravit do městské části Svinov, popřípadě na RK Rudná či naopak. Samozřejmě, že část místních obyvatel použije tuto komunikaci pro dopravu do svého místa bydliště, nacházejícího se po obou stranách ul. Nad Porubkou. Eminentním bodem připojení k ul. Nad Porubkou tvoří ul. Francouzská. Druhým bodem je pak Rampa F, která slouží ke sjíždění a najíždění z RK Rudná.

Křižovatky Nad Porubkou x Francouzská a Nad Porubkou x Rampa F se nacházejí v Ostravě, konkrétně v městské části Poruba. Jedná se o porubský městský obvod 1. Ulice Nad Porubkou je místní komunikace I.třídy s popisným číslem 1a. Tato ulice je významnou obslužnou komunikací. Na ulici Nad Porubkou je možné se napojit z ul. Vřesinská, ul. Porubská, ul. nábřeží SPB, ul. Dělnická a ul. Francouzská, kde nejčastějšími napojeními tvoří ul. Porubská, Rampa F a ul. Francouzská. Ulici Nad Porubkou tvoří několik typů křižovatek, z níž jedna je okružní, dvě stykové a jedna průsečná.

Okružní křižovatka byla vybudována kvůli dosud nevystavěné průmyslové zóně, kde byla očekávaná větší hustota provozu. Okružní křižovatka je čtyřramenná, kde dvě ramena tvoří ul. Nad Porubkou a zbývající dvě tvoří ul. Dělnická a ul. nábřeží SPB. Dvě zmiňované stykové křižovatky jsou řešením mé diplomové práce a jsou uvedeny na obr.2.2. Poslední zmiňovaná průsečná křižovatka ukončuje ul. Nad Porubkou a připojuje se na větve ulic Polanecká a Bílovická. Křižovatka se již nachází v městské části Svinov.



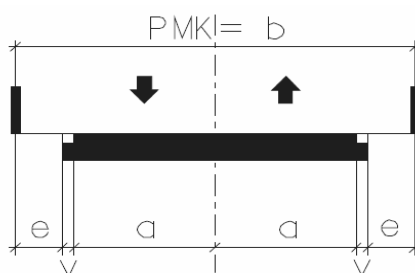
Obr. 2.1 Poloha křižovatek v městské části Poruba



Obr. 2.2 Detail řešených křižovatek z obr 2.1 s popisem ulic

2.2 Dopravně – inženýrské parametry křižovatek A a B

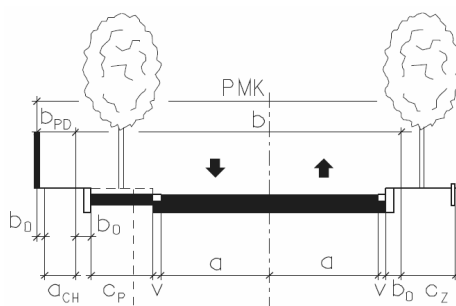
Křižovatky A a B jsou obě úrovnňové, stykové a neřízené SSZ. Mezilehlá vzdálenost křižovatek A,B činí cca 312 m. Podle normy ČSN 73 6110 je komunikace 1a (ul. Nad Porubkou) dle současného Územního plánu dvoupruhová, obousměrná, směrově nerozdělená MK funkční skupiny C - obslužná s krajnicemi. Této funkční skupině odpovídá návrhová rychlost 50 km/h, kde prostor místní komunikace je 9 m široký a šířka jízdního pruhu musí být nejméně 3,25 m. Tloušťka vodícího proužku je 0,25 m.



$a = 3,25 \text{ m}$	$\text{PMK} = b = 9 \text{ m}$	$v = 0,25 \text{ m}$	$e = 1 \text{ m}$
----------------------	--------------------------------	----------------------	-------------------

Obr. 2.3 Řez komunikace 1a včetně rozměrových parametrů

Ramena vedlejších komunikací křižovatek A a B tvoří ul. Francouzská a Rampa F. Dle ČSN 73 6110 jsou tyto vedlejší komunikace v Územním plánu považovány za sběrné komunikace dvoupruhové, směrově nerozdělené s krajnicemi. Návrhová rychlost je 50 km/h, prostor místní komunikace je 17 m a šířka jízdního pruhu je minimálně 3,25 m. Tloušťka vodícího proužku je 0,25 m.



$a = 3,25 \text{ m}$	$\text{PMK} = b = 9 \text{ m}$	$v = 0,25 \text{ m}$	$e = 1 \text{ m}$
----------------------	--------------------------------	----------------------	-------------------

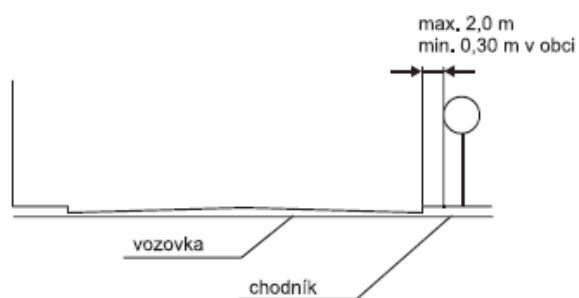
Obr. 2.4 Řez vedlejších ramen komunikace křižovatek A a B

2.2.1 Dopravní značení na křižovatce A [TP 65 II.vydání]

Dopravní značení usměrňuje provoz na pozemních komunikacích a ochraňuje ostatní účastníky silničního provozu. Umisťují se obvykle při pravém okraji vozovky ve směru jízdy nebo nad vozovkou pokud to vyžaduje bezpečnost nebo plynulost provozu. Výška dopravní značky musí být minimálně 1,2 m nad úrovní vozovky.

Dopravní značení můžeme rozdělit podle významu na:

- výstražné (skupina „A“),
- upravující přednost (skupina „P“),
- zákazové (skupina „B“),
- příkazové (skupina „C“),
- informativní (provozní „IP“, směrové „IS“, jiné „IJ“),
- dodatkové tabulky (skupina E).



Obr. 2.5 Boční vzdálenost dopravní značky od vozovky (v obci)



Obr. 2.6 Výška dopravní značky od úrovně vozovky

Při současném mapování stavu na křižovatce A je potřeba popsat dopravní značení. Hlavní silnice je na rameni ulice Nad Porubkou a je osazena dopravní značkou P2 („Hlavní pozemní komunikace“).

Na vedlejší pozemní komunikaci, což symbolizuje ulici Francouzskou je umístěna dopravní značka P6 („Stůj, dej přednost v jízdě“).

Při vyjetí z ulice Nad Porubkou na ulici Francouzskou je umístěna dopravní značka B12 („Zákaz vjezdu vyznačených vozidel“) s dodatkovou tabulkou E12 („Mimo zásobování“).

Z přílohy č.1 je vidět přechod pro chodce u autobusové zastávky MHD. Na každé straně u tohoto přechodu jsou dopravní značky IP 6 („Přechod pro chodce“) doplněné vodorovným dopravním značením V7.

2.2.2 Dopravní značení na křižovatce B [TP 65 II.vydání]

Na rameni hlavní pozemní komunikaci (ul. Nad Porubkou) se nachází tyto dopravní značky:

- P2 („Hlavní pozemní komunikace“),
- 2 x IP6 („Přechod pro chodce“),
- 2 x V7 („Přechod pro chodce“),
- Společně na jednom nosném prvku B12 („Zákaz vjezdu vyznačených vozidel“) s dodatkovou tabulkou E 12 („Mimo zásobování“) a B 29 („Zákaz stání“).

Na rameni vedlejší pozemní komunikace (Rampa F) se nachází tyto dopravní značky:

- 2 x IS 15a (jiný název „Porubka“),
- P 3 („Konec hlavní pozemní komunikace“),
- IP 25a („Zóna s dopravním omezením“),
- IP 25b („Konec zóny s dopravním omezením“),
- A 2a („Dvojitá zatáčka, první vpravo“),
- A 8 („Nebezpečí smyku“) s doplňující dopravní značkou IP 5 („Doporučená rychlost“).

2.3 Podrobnější popis okolí křižovatky A

V okolí křižovatky A se nachází SOŠ v oboru kadeřnictví, oděvnictví atp., dále pak sportovní stadion VOKD, osada chatků se zahrádkami, prodejna sanitárního zboží a potřeby pro topenářské a instalatérské práce.

K ulici Francouzské a ke komunikaci 1a je přiveden chodník z obytné části ul. Květinová. Chodník je také zřízen po pravé straně při scházení ul. Francouzské ke křižovatce A.

Je využíván především studenty výše zmíněné SOŠ. Ve většině případů se stává, že chodci si krátí svou cestu na zastávku MHD přes veřejnou zeleň, proto je chodník využíván jen z části.

Křižovatkou A projíždí po ul. Nad Porubkou obousměrně linky MHD s číslem linky 37, 43, 45, 65. V blízkosti křižovatky A se nachází parcela s kódem katastrálního území 715174, na které má být v budoucnu postavena průmyslová zóna. Tato průmyslová zóna, může výhledově zvýšit intenzitu na křižovatce.

Podrobnější půdorysný pohled na křižovátku A je uveden v příloze č.1

Problematika křižovatky A:

- Tvorba kolon, která vzniká v době ranní a odpolední špičky na rameni ul. Francouzské ve směru na Porubu, Svinov a Rampu F,
- Nesprávně navržené vodorovné dopravní značení,
- Dochází k porušování pravidel silničního provozu (ohrožování účastníků silničního provozu při nedostatečném dání přednosti v jízdě, dále pak dochází k přejíždění vodící čáry),
- Tvorba kolizních situací mezi vozidly a chodci,
- Nedostatek přechodů pro chodce,
- Při odbočování vpravo z ul. Francouzské na ul. Nad Porubkou sjíždějí vozidla mimo vozovku.

V příloze č.2 jsou uvedeny obrázky dokumentující problematiku křižovatky A.

V minulosti byl střední dělicí pás na rameni ul. Francouzské od hranice křižovatky A, nahrazen fyzickými betonovými zábranami v délce 35 m. Totožná zábrana byla umístěna směrově stejným způsobem na krajnici vedlejšího ramene křižovatky A na trase k Hlavní třídě. Toto opatření mělo donutit řidiče ke zpomalení vozidla při odbočování na ul. Francouzskou. Betonové zábrany tvořily v podstatě šikanu.

Důvodem zřízení šikany bylo to, že ve vzdálenosti 28 m od hranice křižovatky na ul. Francouzské, přechází chodci vozovku na vlastní nebezpečí.

Není zde vybudován přechod pro chodce a proto je nutné zpomalit vjíždějící vozidla od Svinova k Hlavní třídě. Opatření pro snížení rychlosti však nemělo dlouhého trvání.

Zjistilo se, že při odbočování vozidel od Svinova k Hlavní třídě, řidiči neodhadli najíždějící rychlost vozidla a hrozil střet s betonovými zábranami. Provedenými analýzami kolizních situací se došlo k rozhodnutí, že je nutné fyzické betonové ostrůvky odstranit a nahradit pouze vodorovným značením V 1a, V 13a a charakteristicky provedenými vodícími čarami (viz příloha č.1) .

2.4 Podrobnější popis okolí křižovatky B

V okolí křižovatky B se nachází rodinný dům s kódem katastru 715506. Tento dům se již nenachází na území Poruby, nýbrž spadá na území městské části Svinov. Rodinný dům je situován v těsné blízkosti ramena Rampy F a sídlí přímo v prostoru křižovatky. Tímto je způsoben problém, neboť nelze provést stavební úpravy ramene Rampy F při vyjíždění na ul. Nad Porubkou. Důvodem je to, že přidružený prostor patří soukromé osobě a navíc je tento přidružený prostor svažitý, což by vedlo k vytvoření násypu a opatření proti vzniku eroze. Stavebními úpravami se rozumí rozšíření na rameni vedlejší pozemní komunikace o jeden odbočovací pruh, směřujícího ke Svinovu.

V prostoru křižovatky B je vjezd do areálu soukromé osoby o velikosti 1 ha. V areálu je skladován stavební materiál a dřevo. Ve vzdálenosti 120 m od křižovatky B ve směru na RK Rudná je provozovna Technických služeb, kde možné přivést domovní odpad pro občany, bydlící ve Svinově.

Při odbočení z ul. Nad Porubkou na Rampu F se ve vzdálenosti 154 m nachází parcela, na které jsou zahrádky s chatkami. Na Rampě F je postaven most pod kterým protéká řeka Porubka, jejíž prameniště ústí z území Dolní Lhoty. Ve vzdálenosti 400 m od křižovatky B se nachází RK Rudná.

Podrobnější půdorysný pohled na křižovatku B je uveden v příloze č.3.

Problematika křižovatky Nad Porubkou – Francouzská

- V době ranní a odpolední špičky dochází k tvorbě kolon při sjezdu z RK Rudná ke křižovatce Nad Porubkou – Rampa F. Délka kolon bývá až 200 m dlouhá,
- Při odbočování vpravo z Rampy F na ul.Nad Porubkou směrem do městské části Svinov, hrozí vozidlům při nepřiměřeném manévru vyjetí pravých kol z vozovky,
- Dochází zde k neohleduplnosti řidičů vůči chodcům při přecházení přechodu pro chodce.

3 PROVEDENÍ DOPRAVNÍCH PRŮZKUMŮ

Dopravní průzkumy slouží jako vstupní údaje pro posouzení významu pozemních komunikací, jejich plánování a vývoj pohybu dopravních prostředků po dopravních cestách. Především se tímto sleduje počet dopravních prostředků (osobních a nákladních automobilů, motocyklů a dopravních prostředků MHD), dále pak chodců nebo cyklistů, kteří tvoří určitou skladbu dopravního prostoru. Výsledkem dopravních průzkumů jsou intenzity provozu v měřené lokalitě, jejich směr a složení dopravního proudu za danou časovou jednotku (hodina, den), vyjádřené počtem vozidel, chodců, cyklistů apod. Tyto vyhodnocené údaje slouží pro navrhování křižovatek, SSZ, zlepšování technického stavu pozemních komunikací atp.

3.1 *Rozdělení dopravních průzkumů [1]*

Podle druhu dopravy:

- Průzkumy na pozemních komunikacích (sledování charakteristik dopravních proudů),
- Průzkumy hromadné dopravy (sledování charakteristik přepravních proudů, obsaditelnosti DP),
- Průzkumy parkování (účel, doba a způsob parkování vozidel),
- Průzkumy v cyklistické a pěší dopravě (charakteristiky cyklistických a pěších proudů).

Podle účelu:

- Průzkumy intenzit dopravních nebo přepravních proudů (počet DP či osob, které projedou zvoleným profilem na pozemní komunikaci),
- Průzkumy směrové (odkud a kam směřují vozidla na dopravní síti MHD nebo na křižovatce),
- Průzkumy rychlostní (zjišťují pohybové charakteristiky dopravního nebo přepravního proudu),
- Průzkumy ostatní (zdržení vozidel, hustota dopravního proudu, časové mezery apod.).

Podle počtu a rozmístění sčítacích stanovišť:

- Průzkumy bodové (jedno nebo více měřících míst, navzájem nespojitá),
- průzkumy trasové (liniově seřazená měřící místa pro sledování charakteristik dopravního proudu),
- Průzkumy kordonové (na všech vstupech a výstupech do a ze sledované oblasti pro sledování zdrojových, cílových, resp. tranzitních vztahů),
- Průzkumy plošné (pro zjištění vnitrooblastních a mezioblastních vztahů řešeného území rozděleného do jednotlivých oblastí).

3.2 Způsoby provedení dopravních průzkumů [2]

Způsob, metoda a zvolená doba dopravního průzkumu závisí na:

- Účelu, pro který mají být data použita,
- Požadované přesnosti výsledků průzkumů,

Možné způsoby průzkumu:

- **Ruční** – výhodou je operativnost a možnost přesnějšího rozlišení druhů vozidel, nevýhodou je, že zde není zachována přesnost měření při vysokých intenzitách dopravy. Ruční metoda měření není vhodná pro dlouhodobé průzkumy.
- **Průzkum pomocí technických prostředků** – je vhodný pro dlouhodobější průzkumy (několik dnů), nevýhodou je nutnost instalace technického prostředku. Technickými prostředky se rozumí (sčítací karty, detektory, radary, videodetekce nebo kombinace videozáznamu provozu s následným ručním vyhodnocením).

3.3 Koeficienty pro přepočet na jednotkové vozidlo

Při výsledcích sčítání dopravy (např. na křižovatce) se často setkáváme s pojmem jednotkové vozidlo.

Jednotkové vozidlo [1] – je srovnávací početní jednotka (zkracujeme na **j.v.** nebo na **jv**), vyjadřující vliv různých druhů vozidel v dopravním proudu. Jednotkovým vozidlem se rozumí osobní automobil kategorie M1, popřípadě N1.

Pro vyhodnocení dopravního průzkumu je potřeba zvolit tabulku, kde budou vyjádřeny jednotlivé kategorie vozidel, ke kterým se určí přepočtové koeficienty jednotkových vozidel. Existuje mnoho metod pro určení přepočtových koeficientů. Je na zvážení dopravního inženýra, jakou metodu zvolí.

Koeficienty se určují dle:

- Průměrné délky vyráběných vozidel,
- Průměrné délky nejrozšířenějších vozidel,
- Zrychlení do 60 km/h pro m_c ,
- Zrychlení do 60 km/h pro m_p ,
- Vstupních dob jednotlivých druhů vozidel,

Po konzultaci s vedoucím diplomové práce jsme všichni diplomanti, kteří mají téma na úpravu a organizaci řízení v dopravě, zvolili koeficienty dle vstupních dob jednotlivých druhů vozidel. V tab. 3.1 jsou tyto přepočtové koeficienty uvedeny. Tyto koeficienty jsou převzaty z [3].

Tab. 3.1 Přepočtové koeficienty jednotkových vozidel

Kategorie vozidla	Motocykly ($L_1 - L_5$)	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	Nákladní automobily N_2	Nákladní automobily N_3 + jízdní soupravy	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)
Koeficienty	-	1,0	1,8	2,2	2,5	4,3

Příklad výpočtu:

Sčítaným směrem projede 192 osobních automobilů, 4 návěsové jízdní soupravy a 3 dvounápravové autobusy za dobu 30 minut. Úkolem je zjistit celkový počet jednotkových vozidel projetých daným směrem. Dle tab. 3.1 použijeme hodnoty koeficientů pro přepočet. Vzorový výpočet je znázorněn v tab. 3.2.

Tab. 3.2 Vzorový výpočet jednotkových vozidel

Kategorie vozidla	Počet vozidel	Přepočtový koeficient	Vyjádření vztahem	Počet jednotkových vozidel
Osobní (M_1+N_1)	192	1	192×1	192
Nákladní N_3	4	2,2	$4 \times 2,2$	8,8
Autobusy (M_2+M_3)	3	2,5	$3 \times 2,5$	7,5
Celkem j.v.				208,3

3.4 Dopravní průzkum na křižovatce A

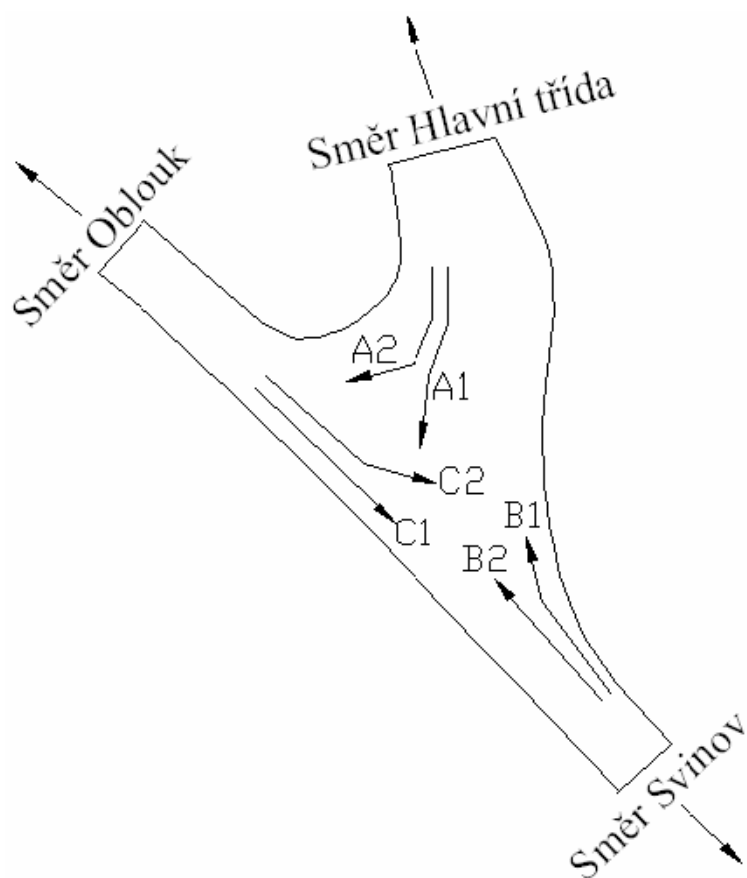
Na křižovatce A jsem provedl směrový průzkum intenzit dopravního proudu. Zvolil jsem metodu ručního sběru dat v kombinaci s videokamerou. Při samotném měření byla videokamera umístěna na stativu a nahrávání jsem spustil v okamžiku zahájení sčítání. Podmínkou bylo, aby objektiv snímal zřetelně všechna ramena křižovatky A. Tímto jsem mohl samostatně provést měření intenzit projíždějících vozidel. Při tomto dopravním průzkumu jsem sčítal směr A_1 . Ostatní směry jsem vyhodnotil ze záznamu z videokamery.

Dopravní průzkum proveden dne 10.11.2008 ve špičce v době od 7:00 do 8:00:

- Teplota 8°C, polojasno, bezvětrí,
- Vozovka vlhká,



Obr. 3.1 Letecký pohled na křižovatku A



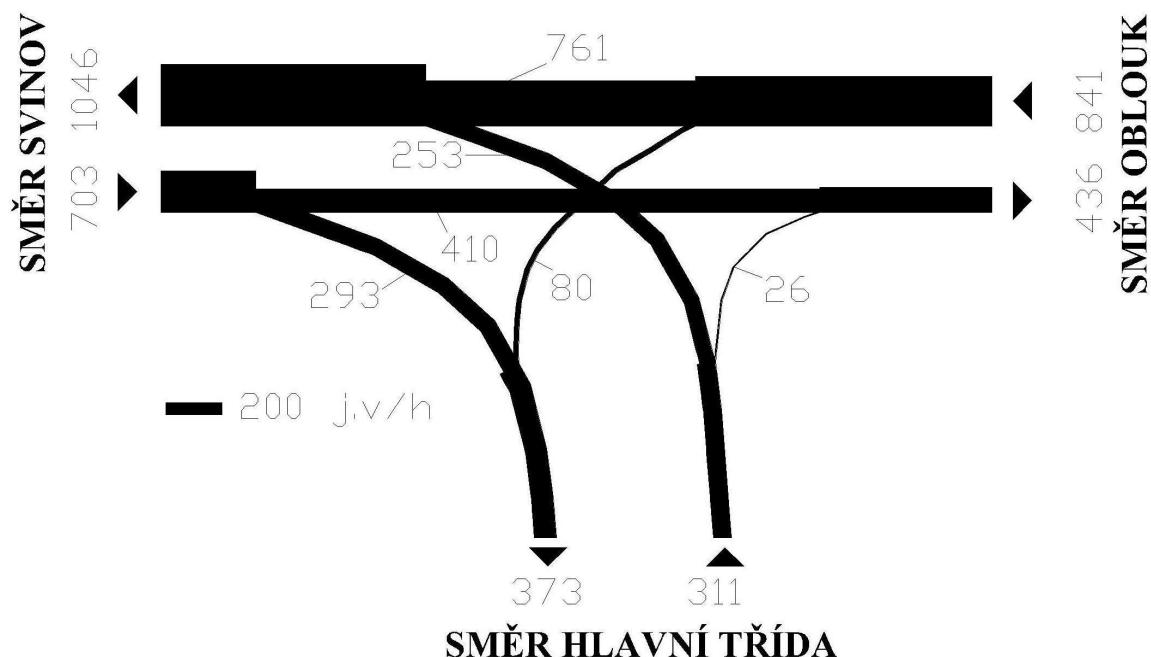
Obr. 3.2 Situační schéma křižovatky A s vyznačenými směry

V příloze č.4 je znázorněna tabulka intenzit na křižovatce A, rozdělená na jednotlivé druhy vozidel. Z těchto hodnot provedu výpočet s použitím přepočtových koeficientů a sestavím tabulku celkových jednotkových vozidel.

Tab. 3.3 Výsledné intenzity jednotkových vozidel na křižovatce A

Směr	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂
Počet jednotkových vozidel	285	26	293	410	761	80

Pomocí výsledné intenzity jednotkových vozidel sestojím tzv. pentlogram, neboli stužkový diagram, kde šířka stužek odpovídá v měřítku naměřené intenzitě.



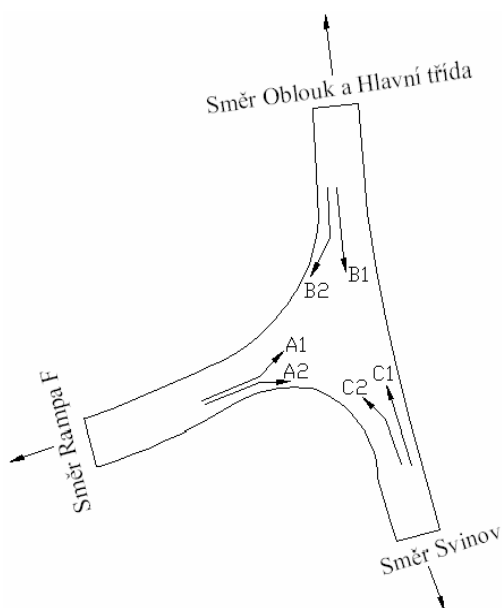
Obr. 3.3 Pentlogram výsledných intenzit na křižovatce A

3.5 Dopravní průzkum na křižovatce B

Na křižovatce B jsem provedl směrový průzkum pomocí ručního sběru dat, přičemž jsem opět použil videokameru. Po skončení průzkumu jsem jednotlivé směry vyhodnotil z videokamery a ručního sběru dat, kde jsem sčítal směr A_1 a A_2 . Postup vyhodnocení intenzit vozidel je obdobný jako v kapitole 3.3.



Obr. 3.4 Letecký pohled na křižovatku B



Obr. 3.5 Situační schéma křižovatky A s vyznačenými směry

Dopravní průzkum proveden dne 20.10.2008 ve špičce v době od 7:00 do 8:00:

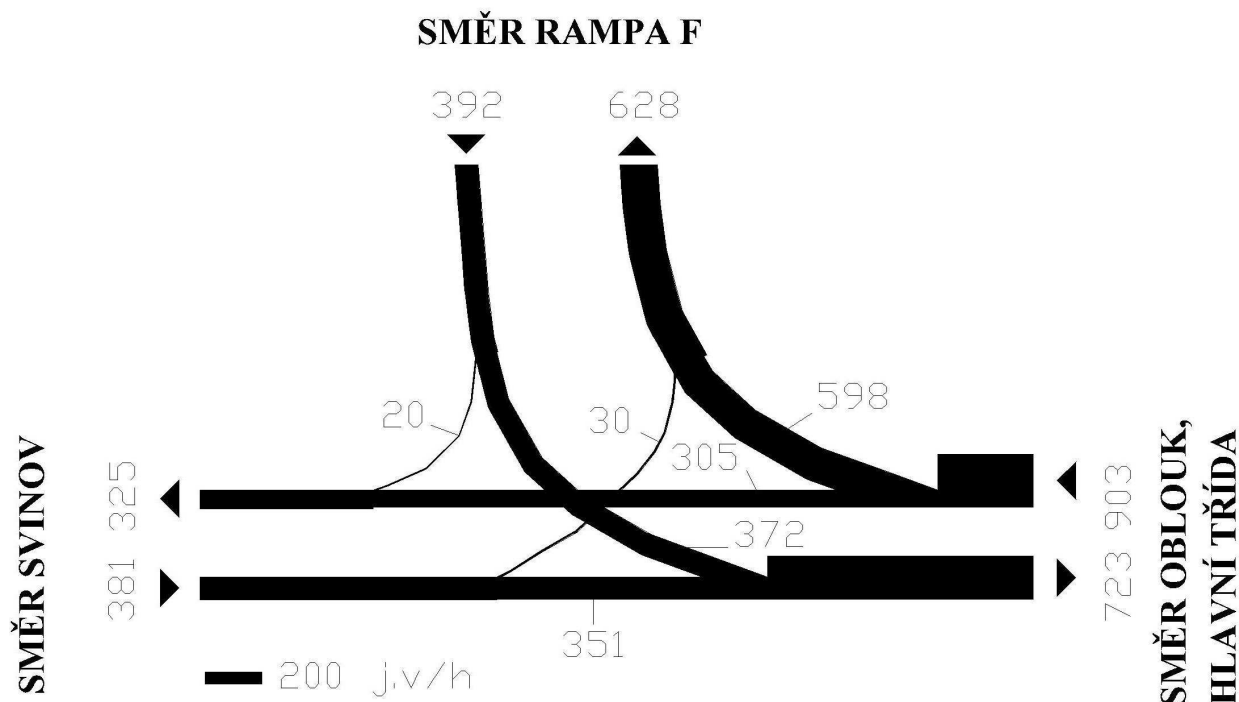
- Teplota 7°C, jasno, bezvětrí,
- Vozovka suchá,

V příloze č.5 je znázorněna tabulka hodinových intenzit na křižovatce B, rozdělená na jednotlivé druhy vozidel. Z těchto hodnot provedu výpočet s použitím přepočtových koeficientů a sestavím tabulku celkových jednotkových vozidel.

Tab. 3.4 Výsledné intenzity jednotkových vozidel od 7:00 do 8:00 na křižovatce B

Směr	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂
Počet jednotkových vozidel	372	20	305	598	351	30

Pomocí výsledné intenzity jednotkových vozidel sestojím tzv. pentlogram, neboli stužkový diagram, kde šířka stužek odpovídá v měřítku naměřené intenzitě.



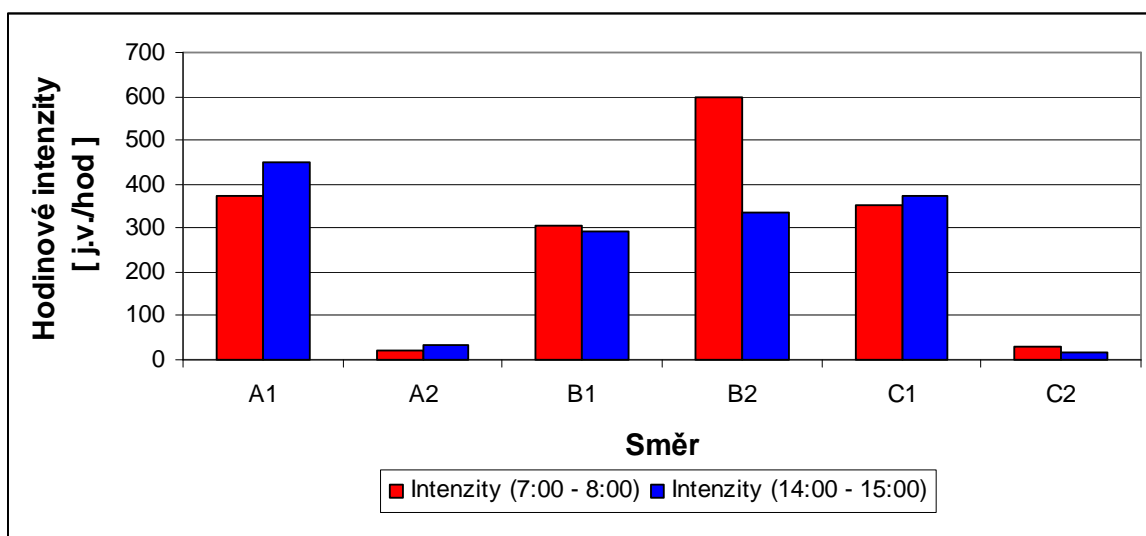
Obr. 3.6 Pentlogram výsledných intenzit na křižovatce B

Dne 14.10.2008 jsem pro kontrolu provedl průzkum na křižovatce B v odpoledních hodinách, kde mi pomohli mí spolužáci ze studijní skupiny. Venkovní teplota při měření činila 16 °C. Počasí bylo polojasné, větrné a stav vozovky suchý. Tímto jsem chtěl zjistit, zda hodinové intenzity v odpoledních hodinách nepřekračují hodnoty hodinových intenzit v ranní špičce. Tento průzkum se konal v době odpolední špičky od 14:00 do 15:00.

Provedu porovnání hodnot hodinových intenzit mezi ranní a odpolední špičkou, které je možné shlédnout v tab. 3.5. Ve čtvrtém sloupci s názvem „Rozdíl“ jsou u hodnot hodinových intenzit znaménka. Znaménko „+“ značí, že v ranní špičce je hodinová intenzita vyšší než v odpolední špičce a znaménko „-“ značí, že v ranní špičce je hodinová intenzita nižší než v odpolední špičce. Z tab. 3.5 vytvořím graf, který je na obr. 3.7. Na tomto grafu je porovnání celkových hodinových intenzit jednotlivých směrů mezi ranní a odpolední špičkou.

Tab. 3.5 Porovnání hodinových intenzit jednotkových vozidel mezi ranní a odpolední špičkou na křižovatce B

Směr	Intenzity v ranní špičce od 7:00 do 8:00 [j.v./hod]	Intenzity v odpolední špičce od 14:00 do 15:00 [j.v./hod]	Rozdíl [j.v./hod]
A1	372	451	-79
A2	20	33	-13
B1	305	293	+12
B2	598	336	+262
C1	351	374	-23
C2	30	18	+12

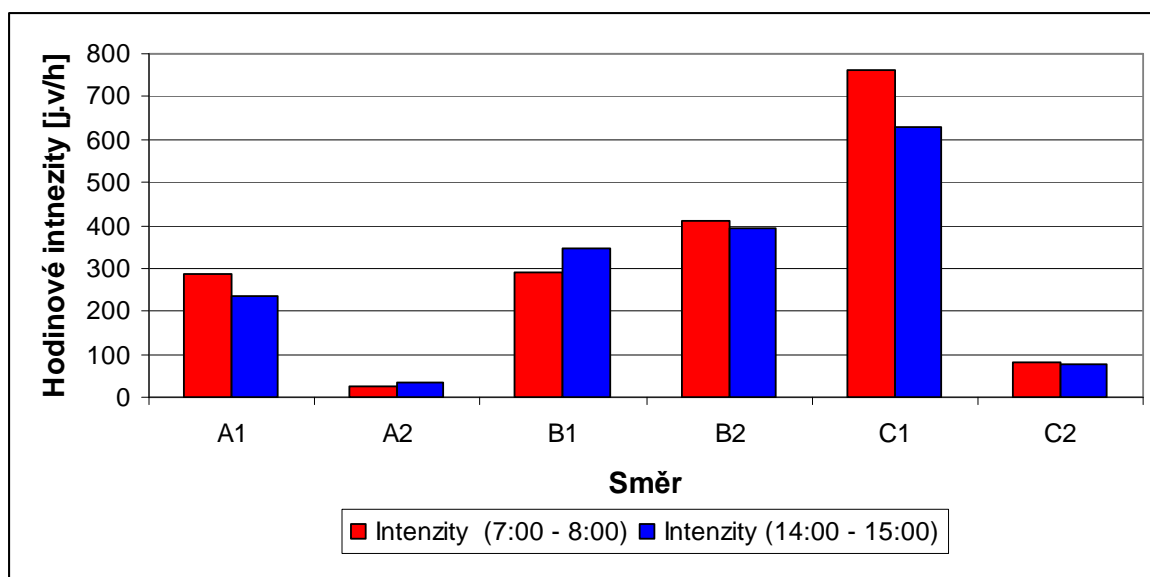


Obr. 3.7 Graf porovnání hodinových intenzit mezi ranní a odpolední špičkou na křižovatce B

Při zpracovávání diplomové práce mi poskytují informace Ostravské komunikace, které mi poskytli údaje z dopravního průzkumu na křižovatce B. Tento dopravní průzkum proběhl dne 19.6.2008. Z údajů jsem sestavil graf, uveden v příloze 6, ze kterého je možné vyčíst průběh intenzit vozidel od 7:00 do 17:00. Při navrhování SSZ je nutné optimálně navrhnout signální plány tak, aby reagovaly na intenzity provozu v průběhu celého dne. K tomuto účelu je možné použít výše zmíněný graf v příloze 6.

Tab. 3.6 Porovnání hodinových intenzit jednotkových vozidel mezi ranní a odpolední špičkou na křižovatce B

Směr	Intenzity v ranní špičce od 7:00 do 8:00 [j.v./hod]	Intenzity v odpolední špičce od 14:00 do 15:00 [j.v./hod]	Rozdíl [j.v./hod]
A1	285	236	+49
A2	26	34	-8
B1	293	345	-52
B2	410	392	+18
C1	761	628	+133
C2	80	75	+5



Obr. 3.8 Graf porovnání hodinových intenzit mezi ranní a odpolední špičkou na křižovatce A

4 Analýza nehodovosti a videoanalýza konfliktních situací

V této kapitole se budu věnovat dopravním nehodám a konfliktním situacím vzniklých na křižovatce A a křižovatce B. Dopravní nehody charakterizují na křižovatkách její povahu a bezpečnost. Je potřeba si položit otázku, zda jsou dopravní nehody na křižovatkách způsobeny velkou intenzitou provozu, nezodpovědností řidičů, nebo je zde chyba v organizačním opatření. Především je nutné jakékoliv dopravní nehody analyzovat a ukládat do evidence dopravních nehod. Jedině tímto způsobem je možné zjistit charakter dopravní nehody a její následky.

Nehodovost a vznik častých konfliktních situací jsou důvodem pro návrh změny dopravně-bezpečnostního opatření na nehodových místech. Tímto se zamýšlí změna pomocí stavebních úprav (např. přestavba průsečné křižovatky na okružní, zklidnění dané komunikace pomocí vodorovného či svislého dopravního značení, vkládání příčných prahů, středících ostrůvků při vjezdu do obce, zúžení jízdního pruhu apod.), nebo zřizování technických prostředků jako je SSZ, informační tabule s ukazatelem rychlosti, varující řidiče při nedodržení maximální dovolené rychlosti. Tyto informační tabule se převážně umísťují v obci. Ani změna organizační struktury na nehodových místech, nemůže snížit počet dopravních nehod na nulu. Především záleží na schopnostech a chování řidičů na pozemních komunikacích.

4.1 Základní pojmy [1]

Dopravní nehoda – je událost v silničním provozu, při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla.

Nehodové místo – je takové místo, kde dochází k dopravním nehodám.

Nehodový úsek – je takový úsek, kde na vzdálenost větší než 250 m dochází ke kumulaci nehodových míst.

Nehodová lokalita – je plocha, či území s více nehodovými místy.

Dopravně-bezpečnostní opatření – je soubor opatření směřujících ke snížení dopravní nehodovosti nehodových míst.

Účastník nehody – je každá osoba, která se přímým způsobem účastní na nehodě (řidič, přepravovaná osoba, chodec, cyklista, jezdec na zvířeti, osoba přibraná k zajištění bezpečnosti provozu apod.

Konfliktní situace – je takový okamžik a situace v silničním provozu, kdy vzniká pro některé účastníky větší než obvyklá míra nebezpečnosti.

Kolizní diagram – je jednoduchým a efektivním nástrojem analýzy dopravních nehod na určitém nehodovém místě.

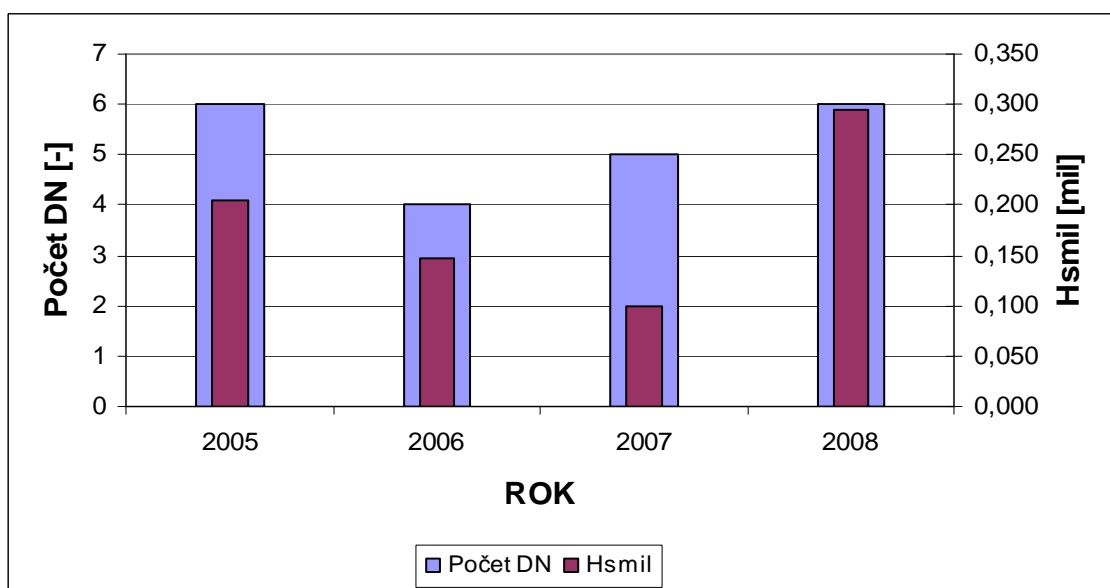
4.2 Nehodovost na křižovatce A

Ve spolupráci s Dopravním inspektorátem v Ostravě – Vítkovicích a Ostravskými komunikacemi a.s. se mi podařilo získat informace o dopravních nehodách na křižovatce A v průběhu let 2005 až 2008. Na křižovatce A se v letech 2005 až 2008 stalo 21 dopravních nehod, z čehož 10 dopravních nehod bylo z důvodu nedání přednosti v jízdě.

Tab. 4.1 Počet dopravních nehod včetně vyčíslení hrubé škody na křižovatce A

KŘÍŽOVATKA A	ROK							
	2005		2006		2007		2008	
Příčina	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]
přednost	4	0,154	2	0,120	1	0,020	3	0,230
rychlost	0	0,000	0	0,000	0	0,000	1	0,025
předjíždění	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
chodci	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
bezpečná vzdálenost	1	0,050	2	0,027	3	0,064	2	0,040
způsob jízdy	1	0,000	0	0,000	1	0,015	0	0,000
CELKEM	6	0,204	4	0,147	5	0,099	6	0,295

Poznámka: P-DN znamená počet dopravních nehod a Hsmil označuje hrubou škodu v milionech korun českých. Hrubá škoda proto, že nelze jednoznačně přesně určit vzniklou škodu, ale škoda je přibližně odhadována.



Obr. 4.1 Graf počtu dopravních nehod včetně vyčíslení hrubé škody na křižovatce A

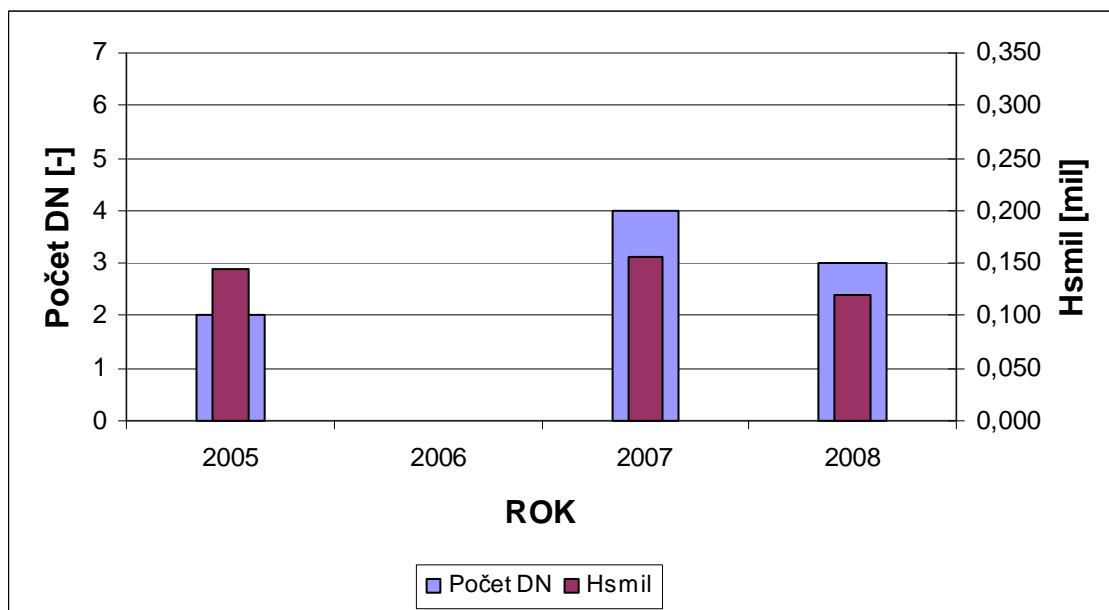
4.3 Nehodovost na křižovatce B

Na křižovatce B se v letech 2005 až 2008 stalo 9 dopravních nehod z čehož 2 dopravní nehody se staly z důvodu nedání přednosti v jízdě. V porovnání s křižovatkou A je počet dopravních nehod na křižovatce B o 12 nehod nižší.

Tab. 4.2 Počet dopravních nehod včetně vyčíslení hrubé škody na křižovatce B

KŘÍŽOVATKA B	ROK							
	2005		2006		2007		2008	
Příčina	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]	P-DN [-]	Hsmil [mil.Kč]
přednost	0	0,000	0	0,000	2	0,103	0	0,000
rychlost	1	0,025	0	0,000	0	0,000	1	0,015
předjíždění	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
chodci	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
bezpečná vzdálenost	1	0,120	0	0,000	1	0,018	2	0,105
způsob jízdy	0	0,000	0	0,000	1	0,035	0	0,000
CELKEM	2	0,145	0	0	4	0,156	3	0,12

Poznámka: P-DN znamená počet dopravních nehod a Hsmil označuje hrubou škodu v milionech korun českých. Hrubá škoda proto, že nelze jednoznačně přesně určit vzniklou škodu, ale škoda je přibližně odhadována.



Obr. 4.2 Graf počtu dopravních nehod včetně vyčíslení hrubé škody na křižovatce B

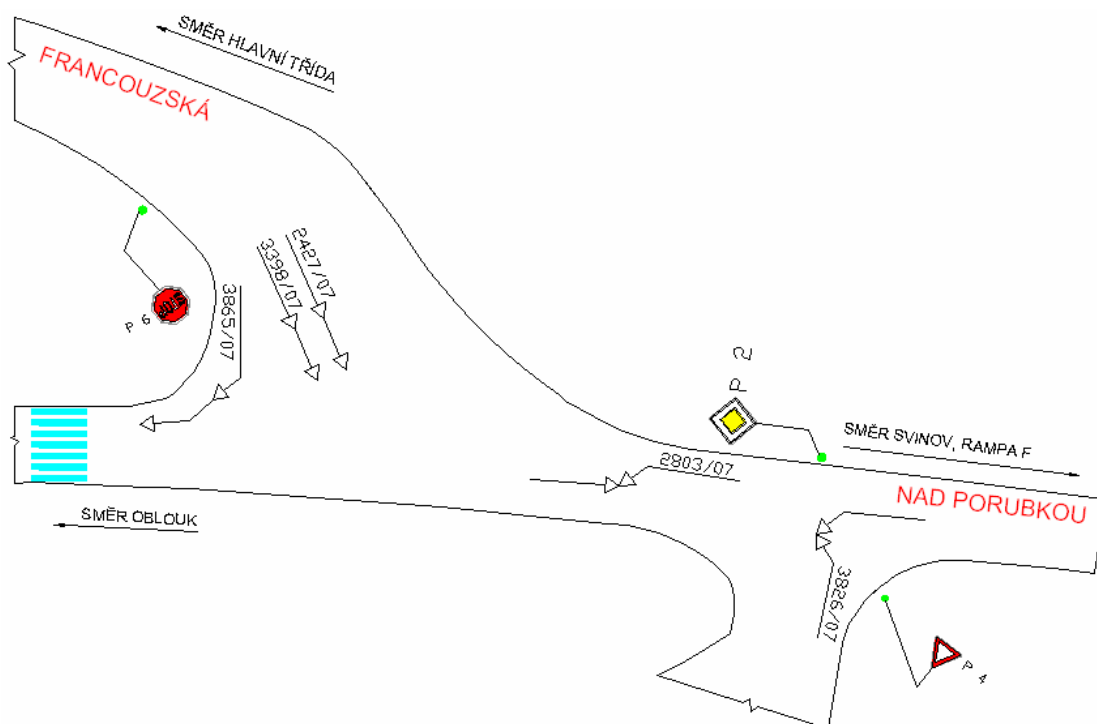
4.4 Kolizní diagram na křižovatkách A,B

Jak už jsem uvedl, Dopravní inspektorát v Ostravě – Vítkovicích mi poskytl údaje o nehodovosti na křižovatkách A,B za rok 2007. Zbývající nehodovosti za rok 2005, 2006, 2008 v můj prospěch nebyli propůjčeny. Z těchto dat jsem byl schopen vytvořit kolizní diagram na křižovatkách A,B. Symboly použité v kolizních diagramech jsou dostupné z Observatoře bezpečnosti silničního provozu [www.czrso.cz]. Z popisu průběhu vzniku dopravní nehody nebylo možno vyčíst stav vozovky a čas, kdy k nehodě došlo.

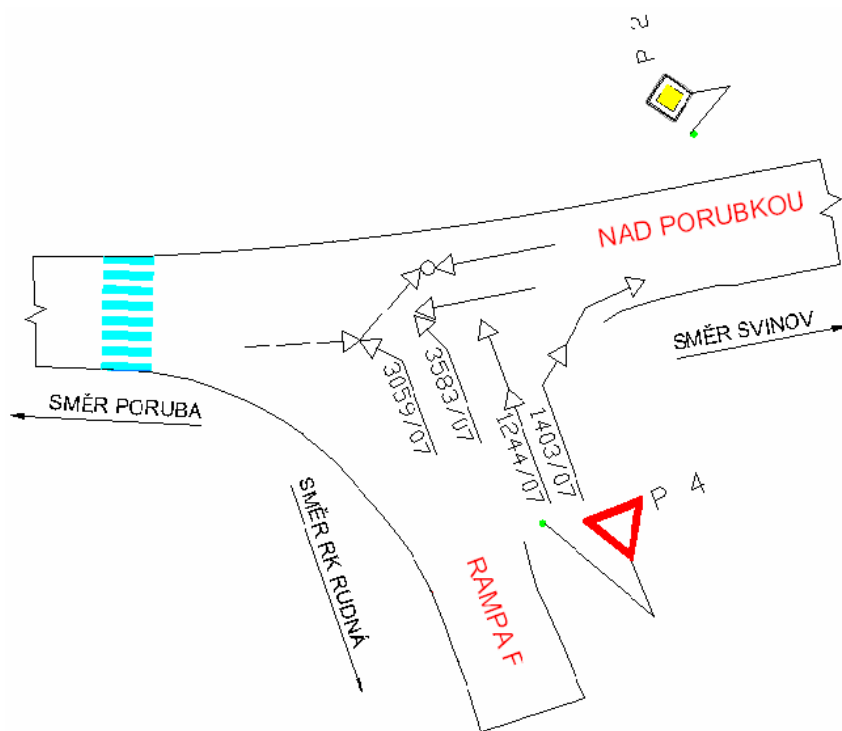
Na Obr.4.4 jsou u nehody č.3059/07 vytyčeny čárkované šipky. To značí, že řidič, který vyjížděl z vedlejší pozemní komunikace (Rampy F) na hlavní (ul. Nad Porubkou) směrem do Poruby, nedal přednost v jízdě vozidlu označeného čárkovanou šipkou a došlo ke střetu. Vozidlo označené čárkovanou šipkou bylo odhozeno do protisměru a střetlo se zároveň s protijedoucím vozidlem, které jelo od Svinova. V tomto vozidle jeli dva řidiči, kteří utrpěli lehká zranění. Tyto nehody byly vážnějšího charakteru, v ostatních případech došlo jen k hmotným škodám.

Většina prací o dopravní nehodovosti v ČR vychází z předpokladu, že více než 90 % nehod je způsobeno selháním lidského činitele. Tento přístup vede k domněnce, že tím více nehodám zabráníme, čím více budeme dopravně-bezpečnostní práci koncentrovat na lidského činitele (tzn. kampaně, represe atd.). Takový přístup ovšem vede k

podceňování možností, které nám pro prevenci nehod skýtá tvorba bezpečného uspořádání prostoru pozemní komunikace.



Obr. 4.3 Kolizní diagram na křižovatce A



Obr. 4.4 Kolizní diagram na křižovatce B

4.5 Videoanalýza konfliktních situací (vznik a metodika zpracování) [2]

Používání videoaparatury, jako pozorovacího prostředku se začalo využívat v roce 1968, kdy pracovníci firmy General Motors S.R. Perkins a J.I. Harris vyvinuli metodu pro sledování konfliktních situací na křižovatkách [Perkins, 1968]. Principem bylo vizuální pozorování a záznam situací, odehrávající se na vstupních ramenech křižovatek. Prováděl se z „pozorovacího vozidla“, umístěného na chodníku 30 až 100 m před zaústěním příslušného ramene do vlastního prostoru křižovatky. Předmětem byly takové situace, kdy došlo buď k prudkému zabrzdění, nebo k prudkému vybočení z jízdního pruhu jednoho z účastníků konfliktu.

Šlo tedy v podstatě o pozorování tzv. „skoronehod“ (tj. situací hrozících bezprostředním střetem dvou účastníků provozu).

U nás v ČR se metodou sledování konfliktních situací začal zabývat Doc. Ing. Jan Folprecht, Ph.D. Podle něj je také nazvána metoda pozorování chování vozidel tzv. „Folprechtova videoanalýza konfliktních situací“. Zavedl tři stupně závažnosti konfliktních situací.

- *1. stupeň* – nejnižší stupeň, který je možné považovat za potencionální konfliktní situace, tj. kdy jde o porušování dopravních předpisů v té chvíli osamoceným účastníkem dopravy (bez přítomnosti jiných, které by mohla taková akce ohrozit).
- *2.stupeň* – kategorizuje situace, kdy lze pozorovat narušení plynulosti provozu, ale nevyvolávají násilnou reakci dalších účastníků, nicméně váhaní, agresivita či prosté chybné jednání je zřejmé a má za následek reakci dalších účastníků.
- *3.stupeň* – je charakterizován prudkou úhybnou akcí, tj. ostré brzdění nebo náhlé vybočení z dosavadního směru jízdy, zamezí hrozícímu střetu.

Pro vyhodnocení videozáznamu se vzniklými konfliktními situacemi je potřeba tyto konfliktní situace vhodným způsobem analyzovat. K tomuto účelu vytvořil Doc. Folprecht tři tabulky, které se dělí do tří klasifikačních tříd. Klasifikace jsou uvedeny v tab.4.3; 4.4; 4.5. Podle těchto klasifikačních tříd jsou vysvětleny konfliktní situace **třemi klasifikačními symboly** uvedené v příkladě na následující straně.

Tab. 4.3 Klasifikace podle účastníků

chodec	1
automobil	2
tramvaj	3
chodec x automobil	4
chodec x tramvaj	5
automobil x automobil	6
automobil x tramvaj	7
tramvaj x tramvaj	8
jiné	9

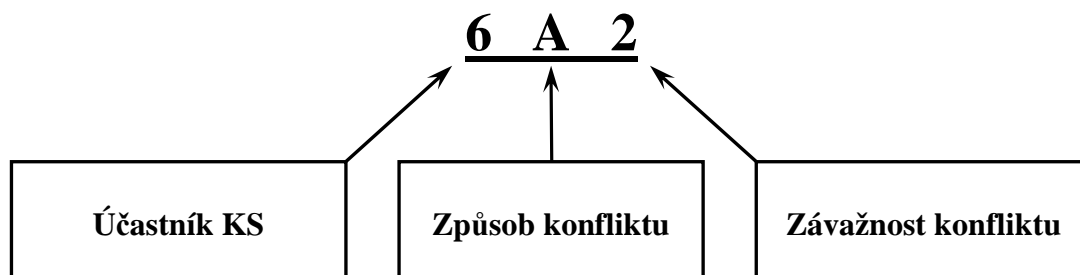
Tab. 4.4 Klasifikace podle způsobu konfliktu

možnost střetu s příčně jedoucím	... A ...
možnost střetu s protijedoucím	... B ...
možnost střetu ve stykovém bodě	... C ...
možnost střetu najetím zezadu	... D ...
možnost střetu se souběžně jedoucím	... E ...
možnost střetu vlivem parkovacího manévru	... P ...
možnost střetu vlivem otáčení	... O ...
vjezd (vstup) na červenou	... Č ...
zavinil chodec	... ch ...
zavinilo vozidlo	... v ...
agresivita	... a ...
pasivita	... p ...
vlivem fronty na křižovatce	... f ...
pokyn	... g ...

Tab. 4.5 Klasifikace podle závažnosti

konfliktní situace bez reakce 1
konfliktní situace bez násilné reakce 2
konfliktní situace s ostrou reakcí 3
dopravní nehoda 4

Příklad uvedeného symbolu



4.5.1 Metodika pro zpracování videoanalýzy [2]

- Pořídí se videozáznam vybraného místa (v mém případě křižovatky A,B) a to z co nejvýše možného stanoviště. Je nutné, aby při pořizování videozáznamu byla použita časová značka. Vhodné je použít i audiozáznam (slovní komentář pro případné poznámky). Statisticky průkazný soubor konfliktních situací lze získat již z jednohodinového záznamu.
- Vyhodnocení záznamu se provádí v zatemnělé místnosti. Při přehrávání záznamu je potřebné, aby obraz sledovalo více osob současně pro získání souhlasného názoru na pozorované konfliktní situace. Při vyhodnocování snímku je výhoda v tom, že je možné snímek zpomalit, popřípadě vrátit.
- Vyhodnocené data tvoří datovou základnu určující charakter provozu na daném místě. Výsledné počty jednotlivých druhů konfliktních situací lze sčítat v rámci jejich kategorií i souhrnně a jejich četnost vztahovat k intenzitám dotyčných (nebo veškerých) dopravních proudů.
- Vynesením značek do situačního výkresu měřené lokality se velmi dobře definují místa jejich kumulací a tím i jejich příčiny. Z těchto výsledků pak plyne možné řešení následných opatření, které by uvedenému chování zabránily.

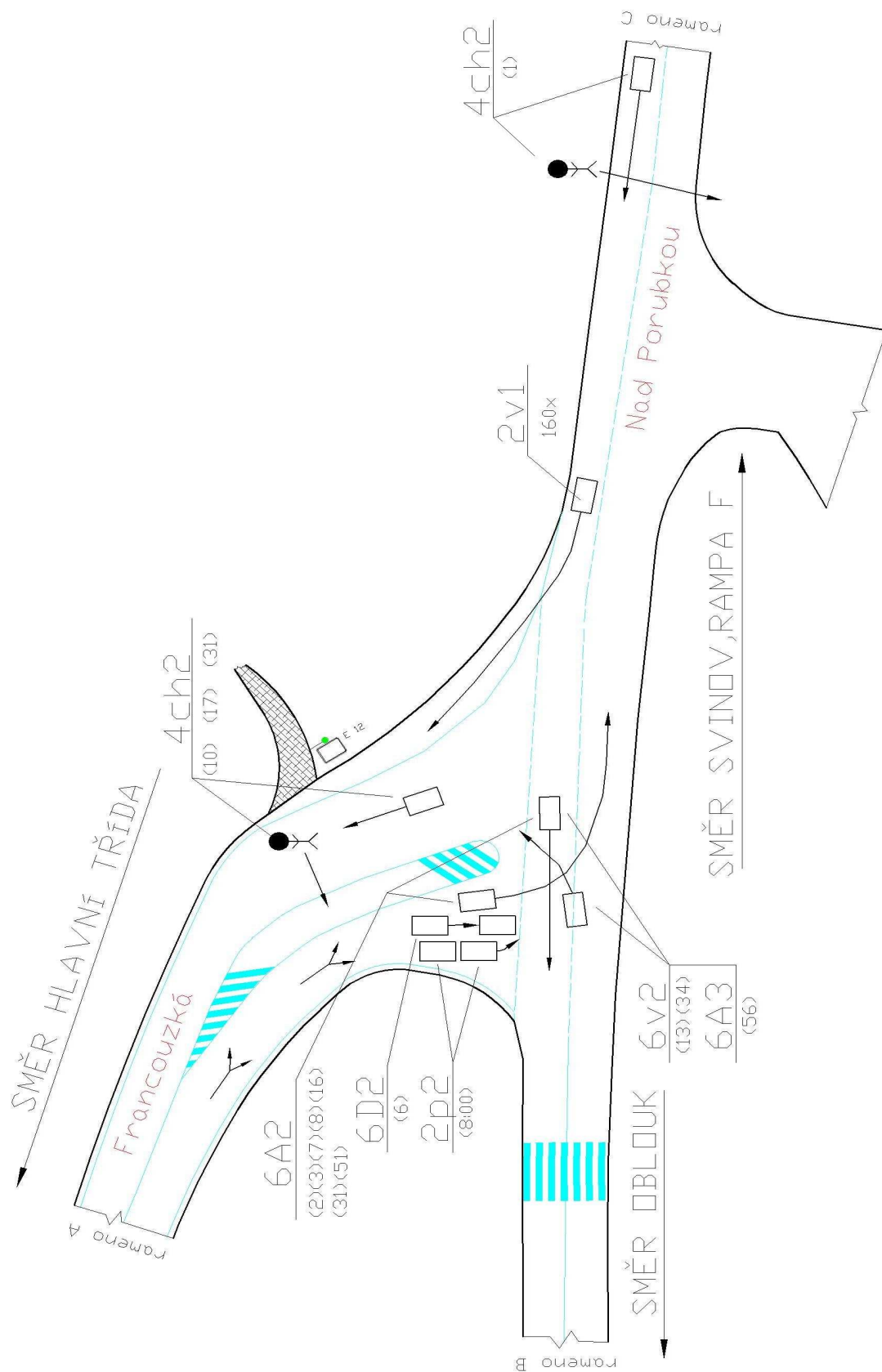
Četnost výskytu konfliktních situací je ukazatelem váhy příčin. Podle těchto vah tak může dopravní projektant již pouhým posouzením těchto výstupů provést změnu organizace dopravy.

4.6 Analýza konfliktních situací na křižovatce A

Datum:	10. 11. 2008
Den:	pondělí – pracovní den
Čas měření:	7:00 – 8:00 (ranní špička)
Stanoviště:	odstavná plocha na nepojmenované komunikaci
Počasí:	polojasno, bezvětrí, teplota 8°C
Nahrávací zařízení:	Kamera Panasonic NV – GS27, stativ zn. HAMA

Tab. 4.6 Seznam konfliktních situací na křižovatce A

č.:	Čas:	Symbol:	Stručný popis konfliktní situace:
1	-	2v1	Vozidla projíždí vodící čáru celkem 160krát za hodinu (porušování pravidel silničního provozu).
2	7:01:15	4ch2	Chodec přechází vozovku na ul.Nad Porubkou, kde není přechod pro chodce a ohrožuje vozidlo přijíždějící od Svinova.
3	7:02:25	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
4	7:03:14	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
5	7:06:24	6D2	Na rameni ul. Francouzské nedodržel vozidlo bezpečnou vzdálenost při vyjíždění na ul.Nad Porubkou a mohlo dojít ke střetu před ním jedoucím vozidlem.
6	7:07:42	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
7	7:08:54	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
8	7:10:55	4ch2	Na rameni křižovatky ul. Francouzské vstoupil na vozovku chodec, kde ohrozil řidiče jedoucího od Svinova.
9	7:13:10	6v2	Vozidlo jedoucí od Oblouku odbočovalo na ul. Francouzskou, přičemž najelo částečně do protisměru a dvě vozidla jedoucí od Svinova k Oblouku musely brzdit.
10	7:16:47	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
11	7:17:22	4ch2	Na rameni křižovatky ul. Francouzské vstoupil na vozovku chodec, kde ohrozil řidiče jedoucího od Svinova.
12	7:24:16	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
13	7:31:00	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
14	7:31:30	4ch2	Na rameni křižovatky ul. Francouzské vstoupil na vozovku chodec, kde ohrozil řidiče jedoucího od Svinova.
15	7:33:28	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Oblouku směrem k Svinovu a toto vozidlo muselo zpomalit.
16	7:34:07	6v2	Vozidlo jedoucí od Oblouku odbočovalo na ul. Francouzskou, přičemž najelo částečně do protisměru a vozidlo jedoucí od Svinova k Oblouku muselo brzdit.
17	7:51:36	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Svinova směrem k Oblouku a toto vozidlo muselo zpomalit.
18	7:55:39	6A2	Vozidlo vyjíždějící z ul.Francouzské směrem na Svinov, nedalo přednost vozidlu, jedoucího od Oblouku směrem k Svinovu a toto vozidlo muselo zpomalit.
19	7:56:54	6A3	Vozidlo jedoucí od ul. Francouzské si moc najelo do prostoru křižovatky a tím ohrozilo vozidlo jedoucí od Svinova k Oblouku. Došlo k prudkému brzdění a úhybnému manévru.
20	8:00:30	2p2	Pasivní chování řidiče, který vyjížděl z ul.Francouzské směrem na Svinov. Zdržel ostatní vozidla v délce 1min 20s. Došlo k houkání ostatních vozidel stojících za zdržujícím vozidlem.



Obr. 4.5 Rozbor konfliktních situací na křižovatce A

4.6.1 Četnosti konfliktních situací

Četnosti jsou dány tzv. relativní konfliktností (dává určitou představu o míře bezpečnosti provozu na sledované křižovatce). Jde o vyjádření počtu konfliktních situací např. na 100 vozidel.

Ukazatel relativní konfliktnosti je dán vztahem:

$$K_R = \frac{P_{KS}}{I} \cdot 100 \quad [KS / 100vozidel]$$

Kde: P_{KS} počet konfliktních situací za hodinu (berou se v úvahu pouze konfliktní situace, které vzniknou mezi dvěma účastníky tzn. První znak s hodnotou 4 až 9.

I hodinová intenzita celé křižovatky v jednotkových vozidlech (j.v./hod.)

Ukazatel vážené relativní konfliktnosti je dán vztahem:

$$K_{RV} = \frac{P_{KS} \cdot K_Z}{I} \cdot 100 \quad [KS / 100vozidel]$$

Kde: P_{KS} počet konfliktních situací za hodinu (berou se v úvahu pouze konfliktní situace, které vzniknou mezi dvěma účastníky tzn. První znak s hodnotou 4 až 8

K_Z závažnost konfliktní situace (koeficient závažnosti konfliktní situace)

I hodinová intenzita celé křižovatky v jednotkových vozidlech (j.v./hod.)

I_k hodinová intenzita vybraných vjezdů v jednotkových vozidlech (j.v./hod)

Tab. 4.7 Koeficienty závažnosti

Konfliktní situace	Přepočtový koeficient KZ
1 stupeň závažnosti	1
2 stupeň závažnosti	3
3 stupeň závažnosti	6

Tab. 4.8 Četnost konfliktních situací na křižovatce A s výpočtem relativní a vážené konfliktnosti

Skupina		Počet KS za hodinu	Koeficient závažnosti	Relativní konfliktnost ramen A a C	Relativní konfliktnost celé křižovatky	Vážená relativní konfliktnost ramen A a C	Vážená relativní konfliktnost celé křižovatky
2v1	rameno A	160	1	nepočítá se	nepočítá se	nepočítá se	nepočítá se
2p2	rameno A	1	3				
4ch2	rameno A	3	3	1,02	0,16	3,07	0,49
4ch2	rameno C	1	3	0,43	0,05	1,28	0,16
6A2	rameno A	10	3	1,44	0,54	4,32	1,62
6A3	rameno A	1	6	0,14	0,05	0,86	0,32
6D2	rameno A	1	3	0,35	0,05	1,05	0,16
6v2	rameno B	2	3	0,41	0,11	1,22	0,32
Celkem		179	-	3,79	0,97	11,81	3,07

Z tab. 4.8 je patrné, že nejčastějším prohřeškem řidičů je přejíždění vodící čáry na rameni A, celkem 160krát. Důvodem přejíždění je specifický tvar (viz příloha č.1) vodící čáry. Nekopíruje nezpevněnou část krajnice. Při pohledu na stávající řešení křižovatky A je třeba přihlédnout i z jiného hlediska, proč řidiči tuto vodící čáru přejíždějí. Průběh této vodící čáry má svůj specifický důvod. Vhodné vykreslení vodící čáry, mělo donutit řidiče zpomalit vozidlo, jelikož na rameni A přechází chodci vozovku, kde není vybudován přechod pro chodce a tím snížit riziko vzniku dopravní nehody mezi chodcem a vozidlem. V páté kapitole provedu úpravy na křižovatce A a průběh vodící čáry změním. Dojde k vytvoření většího prostoru a možnosti provedení stavebních úprav, které by zlepšily situaci na křižovatce.

Na křižovatce A dochází nejčastěji k těmto konfliktním situacím:

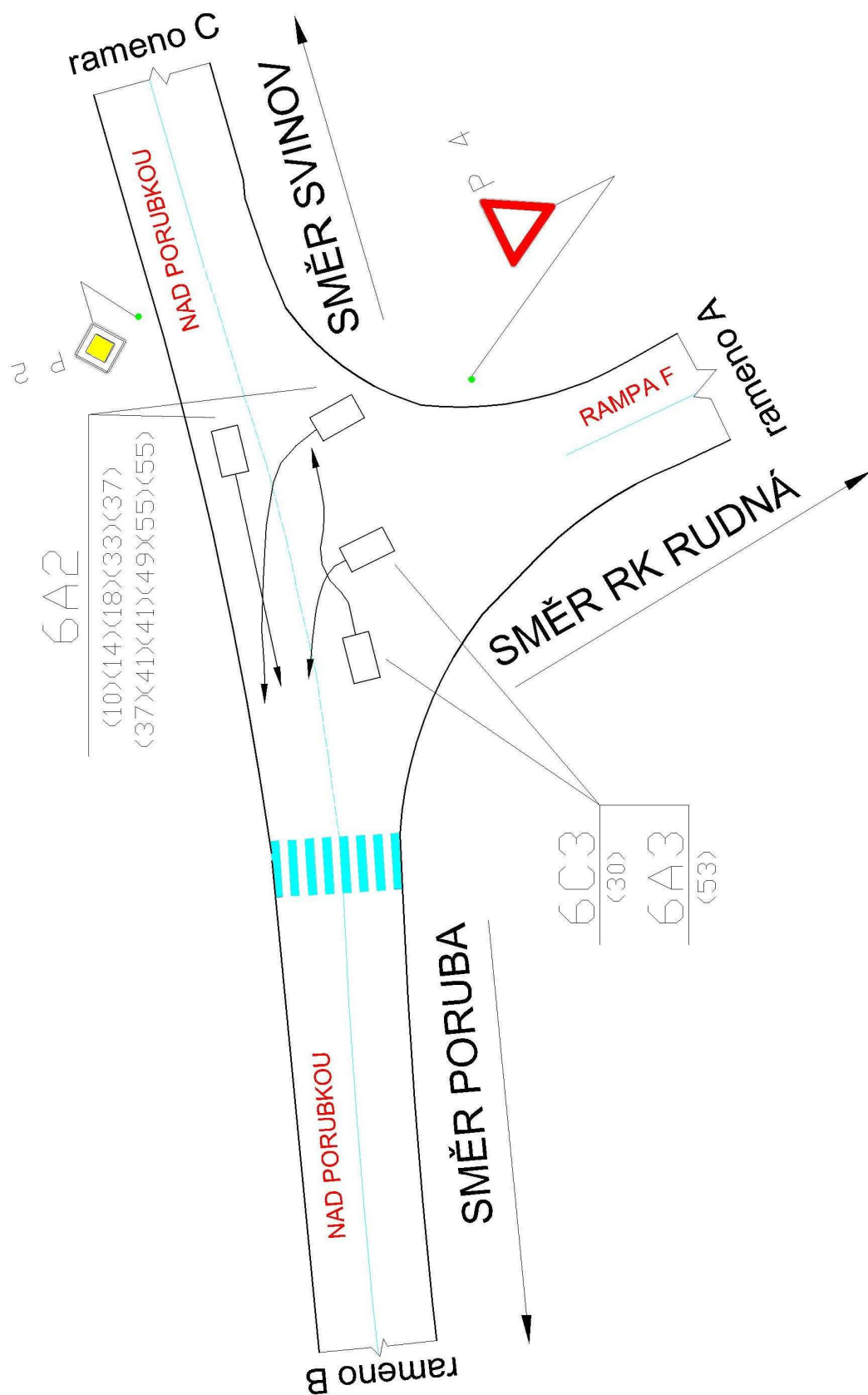
- Vozidlo nedá přednost při vyjíždění z ramene A na rameno C,
- Chodec na rameni A, který má v úmyslu přejít vozovku neodhadne situaci a dostane se do konfliktu s řidičem,
- Vozidlo při odbočování z ramene B na rameno A, vjelo do protisměru řidiči jedoucího k Oblouku a tím ho ohrozilo.

4.7 Analýza konfliktních situací na křižovatce B

Datum: 20. 10. 2008
Den: pondělí – pracovní den
Čas měření: 7:00 – 8:00 (ranní špička)
Stanoviště: odstavňá plocha na nepojmenované komunikaci
Počasí: jasno, bezvětrí, teplota 7°C
Nahrávací zařízení: Kamera Panasonic NV – GS27, stativ zn. HAMA

Tab. 4.9 Seznam konfliktních situací na křižovatce B

č.:	Čas:	Symbol:	Stručný popis konfliktní situace:
1	7:10:25	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
2	7:14:12	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
3	7:18:54	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
4	7:30:36	6A3	Řidič osobní vozidla, jedoucí z Rampy F směrem na Porubu, nedal přednost dodávkovému automobilu jedoucího směrem na Porubu od Svinova takovým způsobem, že přešel pomyslnou stop čáru, najel do prostoru hl.pozemní komunikace a dodávkový automobil musel provést úhybný manévr.
5	7:33:45	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
6	7:37:02	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
7	7:37:47	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
8	7:41:21	6A3	Řidič vozidla vyjíždějící z Rampy F směrem na Porubu, nedal přednost vozidlu, které jelo od Svinova na Porubu. Toto vozidlo muselo prudce brzdit a houkat.
9	7:41:58	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
10	7:49:17	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
11	7:53:22	6A3	Řidič vozidla vyjíždějící z Rampy F směrem na Porubu, nedal přednost vozidlu, které jelo od Svinova na Porubu. Toto vozidlo muselo prudce brzdit a houkat.
12	7:55:09	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.
13	7:55:48	6A2	Řidič vozidla odbočující z Rampy F směrem na Porubu nedal absolutní přednost v jízdě vozidlu, které jelo po hlavní pozemní komunikaci směrem na Porubu. Ohrožené vozidlo muselo zpomalit.



Obr. 4.6 Rozbor konfliktních situací na křižovatce B

Tab. 4.10 Četnost konfliktních situací na křižovatce B s výpočtem relativní a vážené konfliktnosti

Skupina		Počet KS za hodinu	Koeficient závažnosti	Relativní konfliktnost ramen A a C	Relativní konfliktnost celé křižovatky	Vážená relativní konfliktnost ramen A a C	Vážená relativní konfliktnost celé křižovatky
6A2	rameno A	10	3	1,38	0,60	1,79	0,11
6A3	rameno A	2	6	0,28	0,12	0,72	0,04
6C3	rameno A	1	6	0,14	0,06	0,36	0,02
Celkem		13	-	1,80	0,78	2,86	0,17

Na křižovatce B dochází nejčastěji k těmto konfliktním situacím:

- Vozidlo nedá přednost při vyjíždění z ramene A na rameno B,

4.8 Zhodnocení konfliktnosti na křižovatkách A a B

V této kapitole zhodnotím konfliktnost křižovatek A a B a z těchto konfliktních situací navrhu patřičná opatření, která tyto konfliktní situace, potažmo dopravní nehody sníží. Samozřejmě navrhovatel (dopravní inženýr) neovlivní chování účastníků silničního provozu. Tito účastníci nesou převážně vinu při vzniklých dopravních nehodách.

4.8.1 Zhodnocení konfliktnosti na křižovatce A a návrh opatření

Relativní konfliktnost na křižovatce A odpovídá **0,97 KS/100j.v.**, což lze považovat za hodnotu nízkou. Celkem touto křižovatkou projede 1855 j.v./hod v období ranní špičky tj. od 7:00 do 8:00. Průměrný počet dopravních nehod za rok v rozmezí let 2005 – 2008 je 5,25 dopravních nehod. Vážená relativní konfliktnost ramen A a C je **11,81 KS/100j.v.** Zde už je konfliktnost vyšší. Příčinou je rychlost vozidel jedoucích od Svinova směrem k Oblouku. Vozidla jedoucí od Svinova jsou právě ohrožována vozidly vyjíždějícími z ramene A (z ul. Francouzské).

Dále na křižovatce A dochází k tomu, že vozidlo odbočující z ramene B (od Oblouku) na rameno A (ul. Francouzskou), vjede přes dělicí čáru do protisměru a opět ohrožuje vozidla jedoucí od Svinova.

Při pozorování na křižovatce A jsem dospěl k názoru, že ve špičce dochází k tvorbě kolon při vyjíždění z ul. Francouzské na ramena B,C. Velkým přispěním k tvorbě front má dopravní značka upravující přednost s označením P6 („Stůj, dej přednost v jízdě“). Výhledové poměry nejsou až tak ztížené pro volbu dopravní značky upravující přednost s označením P4 („Dej přednost v jízdě“). Většina řidičů se snaží při opouštění ul. Francouzské dodržovat dopravní značku P6. Tímto nařízením dopravní značkou P6 zastaví vozidlo na hranici křižovatky a automaticky se prodlužuje doba zdržení vyjíždějícího vozidla. Následně se shlukuje více vozidel a kolona nabírá na délce.

Na rameni A vyúsťuje nepojmenována komunikace, která není určena pro vozidla, ale je především využívána chodci. V místě přecházení ve špičkové hodině, došlo celkem ke třem konfliktním situacím mezi chodcem a vozidlem. Vozidla vyjíždějící na rameno A, přejíždí nepřehledný úsek a v tomto nepřehledném úseku právě přechází chodci vozovku, kde se vystavují nebezpečí střetu s vozidlem. Místo, kde přechází chodci vozovku je označeno informativní značkou E12 („Na vlastní nebezpečí“). Bylo by zde vhodné zřídit přechod pro chodce, ale norma ČSN 73 6110 uvádí, že přechod pro chodce se zřizuje tehdy, pokud poptávka po přecházení přestoupí ve špičkové hodině pracovního dne hodnotu 50 chodců/h, což na rameni A takovéto hodnoty nedosáhne.

Navíc by byl tento přechod vybudován v nepřehledném úseku, což by mohlo vyvolat střet dvou za sebou jedoucích vozidel. Řešením by bylo přechod pro chodce umístit na rameni A ve vzdálenosti 30 metrů od hranice křižovatky. Nastal by ovšem jiný problém. Předpokládám, že chodci by museli svou cestu k přechodu nadcházet a než by došli k přechodu, raději zvolí kratší variantu a přejdou opět přes vozovku, kde přechod pro chodce vybudován není.

Návrh opatření ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na křižovatce A

- Snížení rychlosti na rameni C na 40 km/h,
- Rozšíření jízdního pruhu v prostoru křižovatky tak, aby mohlo zároveň vozidlo odbočit na rameno A a jiné vozidlo mohlo jet průběžně na rameno C.
- Změna dopravní značky P6 na dopravní značku P4 na rameni A,
- Zřízení SSZ,

- Návrh okružní křižovatky.

4.8.2 Zhodnocení konfliktnosti na křižovatce B a návrh opatření

Relativní konfliktnost na křižovatce B odpovídá **0,78 KS/100j.v.**, což lze považovat za hodnotu nízkou. Celkem touto křižovatkou projede 1676 j.v./hod v období ranní špičky tj. od 7:00 do 8:00. Průměrný počet dopravních nehod za rok v rozmezí let 2005 – 2008 je 2,25 dopravních nehod. Vážená relativní konfliktnost ramen A a C je **2,86 KS/100j.v.** V porovnání s křižovatkou A se jedná o bezpečnější křižovátku, avšak je nutné provést úpravy, aby nedošlo ke tvorbě kolon při sjíždění Rampy F.

Návrh opatření ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na křižovatce B

- Změna tvaru křižovatky, respektive úprava přednosti v jízdě. V současnosti je ul. Nad Porubkou hlavní komunikace a vedlejší komunikací je Rampa F.
- Zřízení SSZ,
- Návrh okružní křižovatky.

5 Variantní návrh na úpravu křižovatek A,B včetně potřebných kapacitních výpočtů

V této kapitole se budu věnovat novým návrhům změn na křižovatkách A, B. Změny na daných křižovatkách se budou odvíjet od vzniklých konfliktních situací tak, aby byla zvýšena bezpečnost na křižovatkách A,B.

V obou případech budu změny na křižovatkách provádět následovně:

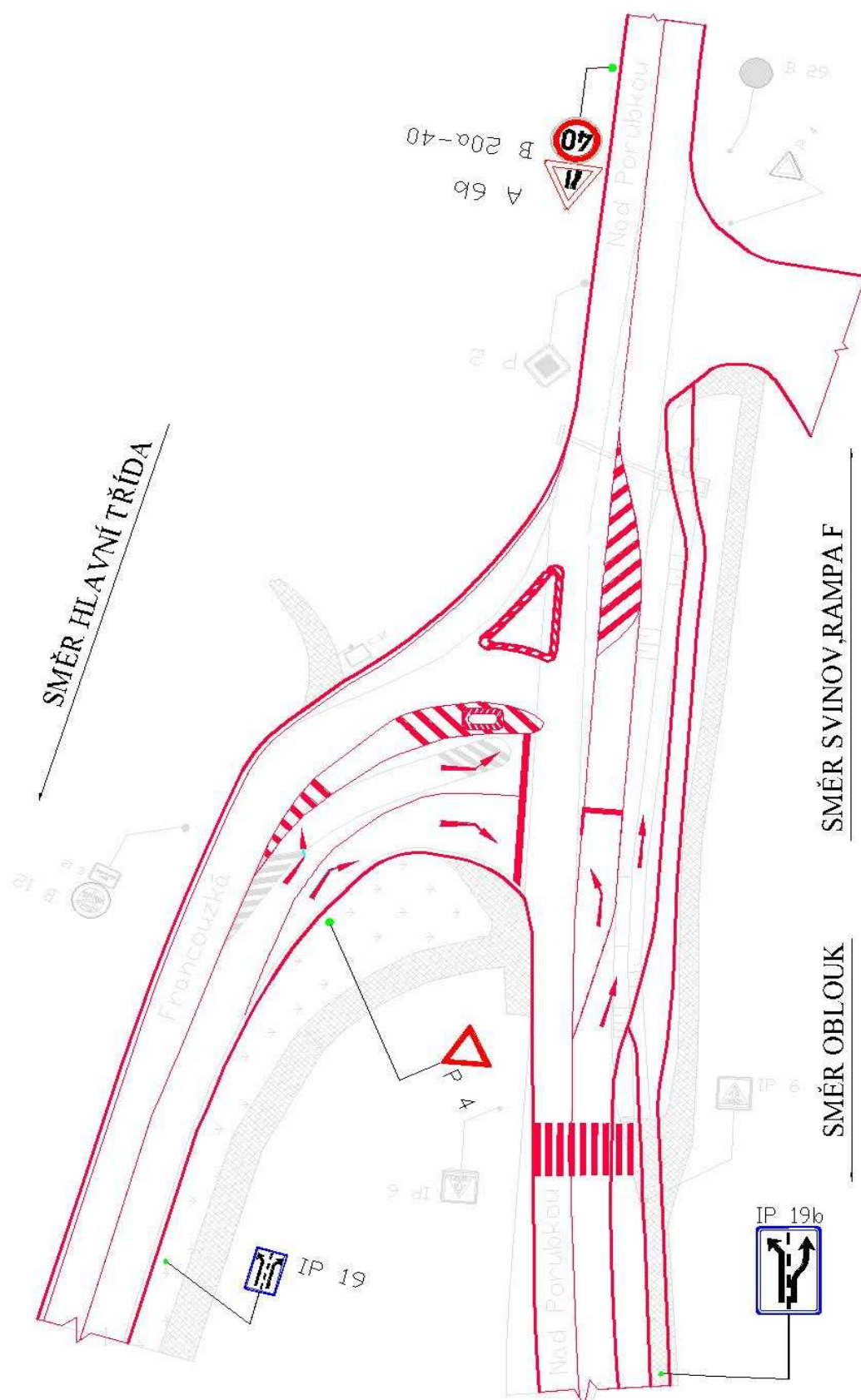
- Stavební úpravy při zachování neřízeného provozu,
- Návrh SSZ,
- Návrh okružní křižovatky.

5.1 *Návrh změn na křižovatce A*

5.1.1 Stavební úpravy při zachování neřízeného provozu

Na křižovatce A navrhuji tyto úpravy v souladu s normou ČSN 73 6110 a ČSN 73 6102:

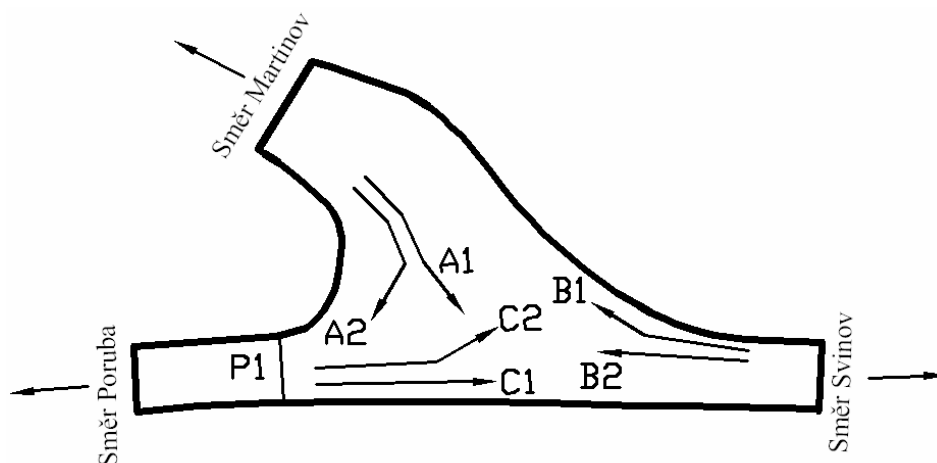
- Odstranění stávající vodící čáry V4 na rameni A, která se nachází po pravé straně krajnice při vjíždění od Svinova. Navrhuji nové vodorovné značení V4, které bude kopírovat nezpevněnou krajnici, kde střed vodící čáry bude ve vzdálenosti 22,5 cm od nezpevněné krajnice.
- Přidání odbočovacího pruhu z ramene B na rameno A v šířce 3,25 m,
- Rozšíření vozovky pro získání průběžného pruhu z ramene B na rameno C. Šířka průběžného pruhu činí 3,5 m.
- Opatření dvou směrovacích betonových ostrůvků „CITY BLOCK“,
- Změna přednosti v jízdě na rameni A dopravní značkou P4 oproti dosavadní dopravní značce P6,
- Snížení rychlosti vozidel jedoucích od ramene C dopravní značkou B 20a – 40.



Obr. 5.1 Nově navržené řešení stavebních úprav, vložené do stávajícího řešení (křižovatka A)

5.1.2 Návrh světelně signalizačního zařízení na křižovatce A

Pro návrh SSZ je nutné mít k dispozici hodinové intenzity vozidel rozdělené do příslušných směrů. Tyto směry jsou uvedeny na Obr.5.3. Návrh světelně signalizačního zařízení jsem provedl v souladu s podmínkami TP81. V této kapitole provedu vzorový výpočet návrhu signálního plánu pro křižovatku A. Stejný postup je také proveden u křižovatky B.



Obr. 5.3 Vyznačení dopravních proudů včetně chodců na křižovatce A

Intenzity vozidel jednotlivých proudů na křižovatce A jsou uvedeny v Tab. 3.4.1. Intenzita chodců ve špičkové hodině činí na přechodu „P1“ 63 chodců.

Postup při návrhu SSZ:

- Výpočet mezičasů pomocí najížděcích a vyklizovacích drah,
- Tabulka mezičasů,
- Volba fázového schéma a určení optimální kombinace fází,
- Výpočet délky cyklu, délky zelených dle metody Spotřeby času,
- Kontrola délky cyklu,
- Sestrojení signálního plánu,

Výpočet mezičasů:

Základní pojmy[TP81]:

Pro výpočet mezičasů je nutné znát najížděcí a vyklizovací dráhy jednotlivých směrů vozidel. Tyto dráhy (trajektorie) jsou uvedeny na situačním výkrese v příloze č.7. Trajektorie jsem zjistil pomocí kreslicího programu AutoCad.

Mezičas je časový interval od konce doby zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr. V této době musí poslední vyklizující vozidlo bezpečně opustit kolizní plochu dříve, než první najíždějící vozidlo jedoucí v době zelené v kolizním směru dosáhne této kolizní plochy.

Kolizními dopravními pohyby rozumíme vzájemné pohyby vozidel nebo vozidel a chodců na místech řízených světelnou signalizací, které se kříží nebo připojují. Kolizní plocha je ta část plochy komunikace, kde se dráha vyklizujícího vozidla nebo chodce střetává s dráhou najíždějícího vozidla nebo chodce. Pro zjednodušení výpočtů počítáme s **kolizním bodem**, který tuto plochu nahrazuje.

Pro zjištění hodnot mezičasů potřebujeme tyto veličiny:

t_m – **mezičas**, tj. doba mezi koncem a začátkem signálů volno dvou kolizních signálních skupin, ve které poslední vozidlo nebo chodec v končící fázi stačí bezpečně vyklidit kolizní bod dříve, než první vozidlo nebo chodec v následující fázi tento bod dosáhne [s]

t_v – **vyklizovací doba**, tj. doba potřebná k projetí vyklizujícího vozidla od tzv. stopčáry (příčné čáry souvislé) ke koliznímu bodu, resp. doba potřebná k chůzi vyklizujícího chodce od vstupu do vozovky ke koliznímu bodu [s]

t_n – **najížděcí doba**, tj. doba potřebná k projetí najíždějícího vozidla od stopčáry ke koliznímu bodu, resp. doba potřebná k chůzi vstupujícího chodce od vstupu do vozovky ke koliznímu bodu [s]

t_b – **bezpečnostní doba**, tj. doba, v průběhu které mohou vjet do křižovatky vozidla, která nemohu již bezpečně zastavit v době žluté před křižovatkou [s]

L_v – **vyklizovací dráha**, tj. dráha vyklizujícího vozidla od stopčáry ke

koliznímu bodu, resp. dráha vyklizujícího chodce od vstupu do vozovky ke koliznímu bodu [m]

L_n – **najížděcí dráha**, tj. dráha najížděcího vozidla od stopčáry ke koliznímu bodu, resp. dráha vstupujícího chodce od vstupu do vozovky ke koliznímu bodu [m]

L_{voz} – délka vyklizujícího vozidla [m]

v_v – **vyklizující rychlost**, tj. rychlost vyklizujícího vozidla nebo chodce [m/s]

v_n – **najížděcí rychlost**, tj. rychlost najížděcího vozidla nebo chodce [m/s]

Určení veličin:

t_b pro motorová vozidla 2 s,

pro tramvaje, chodce 0 s,

L_{voz} pro motorová vozidla 5 m,

pro cyklisty, chodce 0 m,

v_v, v_n pro přímý směr 9,7 m/s,

v oblouku 7,0 m/s,

L_n, L_v určím ze situačního schématu pomocí kreslicího programu,

t_v vypočtu pomocí vzorce:

$$t_v = \frac{L_v + L_{voz}}{v_v} [s],$$

t_n vypočtu pomocí vzorce:

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} [s],$$

t_m vypočtu pomocí vzorce:

$$t_m = t_v - t_n + t_b$$

Příklad výpočtu:

$$t_v = \frac{L_v + L_{voz}}{v_v} = \frac{34,9 + 5}{9,7} = \underline{\underline{4,11 \text{ s}}}$$

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{17,7}{7} = \underline{\underline{2,5 \text{ s}}}$$

$$t_m = t_v - t_n + t_b = 4,11 - 2,53 + 2 = \underline{\underline{3,6 \text{ s}}}$$

Tab. 5.1 Tabulka s vypočtenými mezičasy (najíždějící směr A1)

Najíždí A1	C1	C2	B2
L_v [m]	34,9	24,9	32,5
L_n [m]	17,7	6,12	4,85
v_v [m/s]	9,7	7	9,7
v_n [m/s]	7	7	7
L_{voz} [m]	5	5	5
t_v [s]	4,1	4,3	3,9
t_n [s]	2,5	0,9	0,7
t_b [s]	2	2	2
t_m [s]	3,6	5,4	5,2
$t_{m,skut}$ [s]	4	6	6

Vypočtenou hodnotu mezičasu zaokrouhlíme nahoru na celé číslo. Pokud vyjde mezičas záporný, tak je to způsobeno tím, že je najížděcí dráha větší než vyklizovací. V tomto případě se bude skutečný mezičas $t_{m,skut}$ rovnat nule. Při najíždějícím směru A1 bereme v úvahu pouze ty směry, které jsou kolizní se směrem A1, v mém případě C1, C2, B2. Stejného postupu sestavování tabulek mezičasů je užito i u ostatních najíždějících směrů.

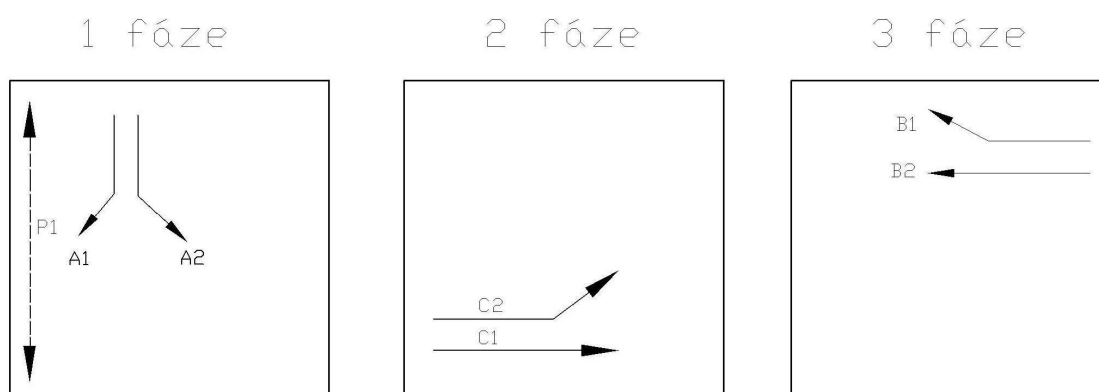
Po vypočtení všech tabulek mezičasů se určí tzv. výsledná tabulka mezičasů. Je to v podstatě zpřehledněná forma zápisu mezičasů viz tab. 5.2.

Tab. 5.2 Výsledná tabulka mezičasů

	Najíždí						
Vyklizuje	A1	A2	B1	B2	C1	C2	P1
A1				1	7	7	
A2				0			0
B1						4	
B2	6	7				2	1
C1	4						0
C2	6		4	4			0
P1		4		0	5	5	

Každé rameno křižovatky je většinou rozděleno do více směrů a pokud je použit signál zelené s plnými kruhovými světly, pak vozidla dosahují různých hodnot mezičasů např. při odbočování nebo jízdě přímo. Pro návrh signálního plánu se užije maximální hodnota mezičasu daného ramene křižovatky.

Součástí návrhu světelně řízené křižovatky je fázové schéma. Pod pojmem fáze se rozumí časový interval, v němž mají současně volno určité, zpravidla vzájemně nekolizní dopravní pohyby vozidel na křižovatce. Zvolil jsem 3-fázové schéma, které je graficky znázorněno na obr. 5.4.



Obr. 5.4 Fázové schéma

Takto zvolené fázové schéma ještě neznamená, že je vhodně zvoleno. Proto provedu kombinace těchto fází, abych zjistil, která z těchto kombinací má nejnižší hodnotu součtu mezičasů. V mém případě je celkem šest různých kombinací.

Jednotlivé kombinace fází:

1 – 2 – 3 2 – 3 – 1

1 – 3 – 2 3 – 1 – 2

2 – 1 – 3 3 – 2 – 1

Nyní je potřeba sestavit tabulku, kde do svislé roviny nanášíme směry, které vyklizují ve fázi 1 a do vodorovné roviny nanášíme směry, které najíždí ve fázi 2. Tabulky sestavujeme dle výše zvolených kombinací fází. Dále následuje tabulka s kombinací 1-3, 2 -1, 2-3 atd.

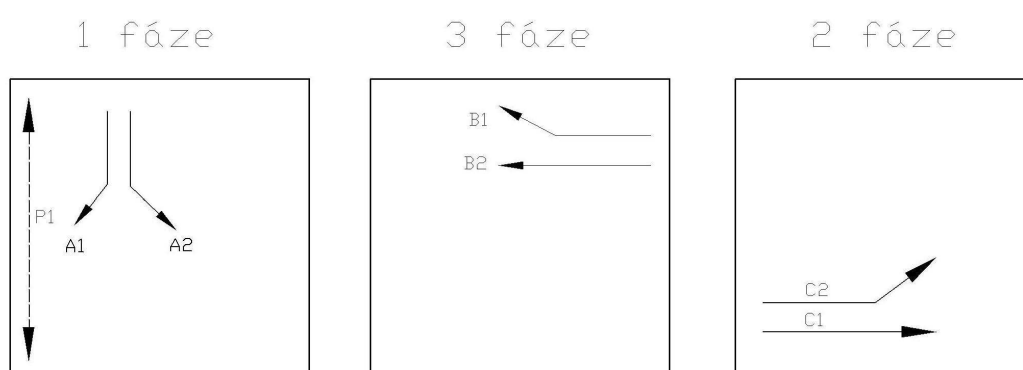
Tab. 5.3 Tabulka kombinací fází 1-2 s výsledným mezičasem

1-2	Najíždí z 2. fáze	
Vyklizuje	C1	C2
A1	7	7
A2		
P1	5	5
t_{m12}	7	

Z tab. 5.3 vyberu hodnotu s nejvyšším mezičasem. V daném případě je to 7 s. Po vyhotovení všech tabulek s jednotlivými kombinacemi je nutné zvolit optimální pořadí fází. Vychází se z nutnosti nejkratšího „součtového“ mezičasu $t_{m,x}$, kde x značí příslušnou kombinaci fází. Sčítáme jednotlivé kombinace pomocí výsledných hodnot mezičasů jednotlivých kombinací až dojdeme k celkovému výsledku součtu mezičasů pro všechny fáze. Jako výsledek se považuje hodnota s nejnižším celkovým mezičasem. Zvolil jsem kombinaci s číslem 2 s pořadím fází 1 – 3 – 2, kde hodnota součtového mezičasu činí 11 s.

Tab. 5.4 Tabulka součtových mezičasu

Číslo kombinace	Pořadí fáze	Součtový mezičas $t_{m,x}$
1	1-2-3	$t_{m,1} = t_{m1,2} + t_{m2,3} + t_{m3,1} = 7 + 4 + 7 = 18 \text{ s}$
2	1-3-2	$t_{m,2} = t_{m1,3} + t_{m3,2} + t_{m2,1} = 1 + 4 + 6 = 11 \text{ s}$
3	2-1-3	$t_{m,3} = t_{m2,1} + t_{m1,3} + t_{m3,2} = 6 + 1 + 4 = 11 \text{ s}$
4	2-3-1	$t_{m,4} = t_{m2,3} + t_{m3,1} + t_{m1,2} = 4 + 7 + 7 = 18 \text{ s}$
5	3-1-2	$t_{m,5} = t_{m3,1} + t_{m1,2} + t_{m2,3} = 7 + 7 + 4 = 18 \text{ s}$
6	3-2-1	$t_{m,6} = t_{m3,2} + t_{m2,1} + t_{m1,3} = 4 + 6 + 1 = 18 \text{ s}$



Obr. 5.5 Zvolené fázové schéma

Zvolené fázové schéma je podkladem pro výpočet pevného signálního plánu. Existuje více metod pevného signálního plánu:

- Metoda spotřeby času,
- Metoda saturovaného toku,
- Metoda iterační,

Volím výpočet pevného signálního plánu dle metody spotřeby času z hlediska toho, že jsem v předmětu Organizace a řízení dopravy II. tuto metodu použil. Principem této metody je tzv. výpočtové fiktivní zatížení M. Pro každou fázi vybereme ten směr s rozhodující intenzitou „I“ tj. ta největší. Je-li tato intenzita „I“ rozdělena do více fází, pak tento směr neuvažujeme a bereme v úvahu směr s druhou nejvyšší intenzitou „I“.

Intenzita „ I “ je vydělena počtem řadících pruhů a následně vynásobena koeficientem „ k “, který zohledňuje poměry jednotlivých proudů (podélné sklony, poloměry oblouků, podíl odbočujících vozidel apod.) a koeficientem nárůstu „ $k_{nár}$ “, zohledňující zvýšenou intenzitu vozidel.

Pro určení výpočtového zatížení je pro metodu spotřeby času stanoven vzorec:

$$M = \frac{I}{n} \cdot k \cdot k_{nár} \quad [j.v. / h],$$

kde: M výpočtové zatížení,

I intenzita určitého dopravního směru,

n počet řadících pruhů tohoto směru,

k výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný směr,

$k_{nár}$ nárůstový koeficient,

Uvedu zde pouze ty koeficienty, které vystupují v mých výpočtech. Není nutno uvádět kompletní tabulku koeficientů, protože některé zde nevystupují.

	k	
a) šířka řadícího pruhu:	2,75 m	1,15
	3,00 – 3,50 m	1,00
	3,75 m	0,85
b) poloměr odbočování:	10,00 m	1,15
	15,00 m	1,10
	30,00 m	1,05
c) odbočující a přímo jedoucí vozidla v jednom řadícím pruhu:		
odbočujících	10,0 %	1,05

20,0 %	1,10
30,0 % a více	1,20

d) vozidla odbočující současně s přecházejícími

chodci, přechod je zatížen:	slabě	1,00
	středně	1,10
	silně	1,20

e) sklonové poměry

stoupání	+3,5%	1,1
	+5,0%	1,15
klesání	-3,5%	0,9
	-5,0%	0,85

Jestliže se pro jednu skupinu vyskytuje více druhů koeficientů faktoru omezení, provedeme jednotlivé vynásobení, čímž dosáhneme výsledného koeficientu, jehož hodnota nemá být vyšší než 1,43.

Délka cyklu:

$$C_v = \frac{\sum t_m}{1 - \frac{\sum M}{S}} [s],$$

Kde: $\sum t_m$ součet rozhodujících mezičasů mezi jednotlivými fázemi za cyklus [s],

$\sum M$ součet výpočtových zatížení rozhodujících pro každou fázi [j.v./h],

S saturovaný tok [j.v./h],

V rámci jedné křižovatky se uvažuje hodnota saturovaného toku konstantní, a to 1400 j.v./h až 1900 j.v./h. Hodnota, saturovaného toku S , kterou jsem zvolil ve své práci na křižovatce A je **1800 j.v./h**.

Hodnotu výpočtového cyklu lze zvětšit přibližně o 5 % až 10 %:

$$C = 1,05 \text{ až } 1,10 \cdot C_v \text{ [s]}.$$

Délka zelené i-té signální skupiny se vypočte dle vzorce:

$$Z_i = \frac{C}{S} \cdot M_i \text{ [s]},$$

Kde: M_i výpočtové zatížení rozhodující pro i-tou signální skupinu.

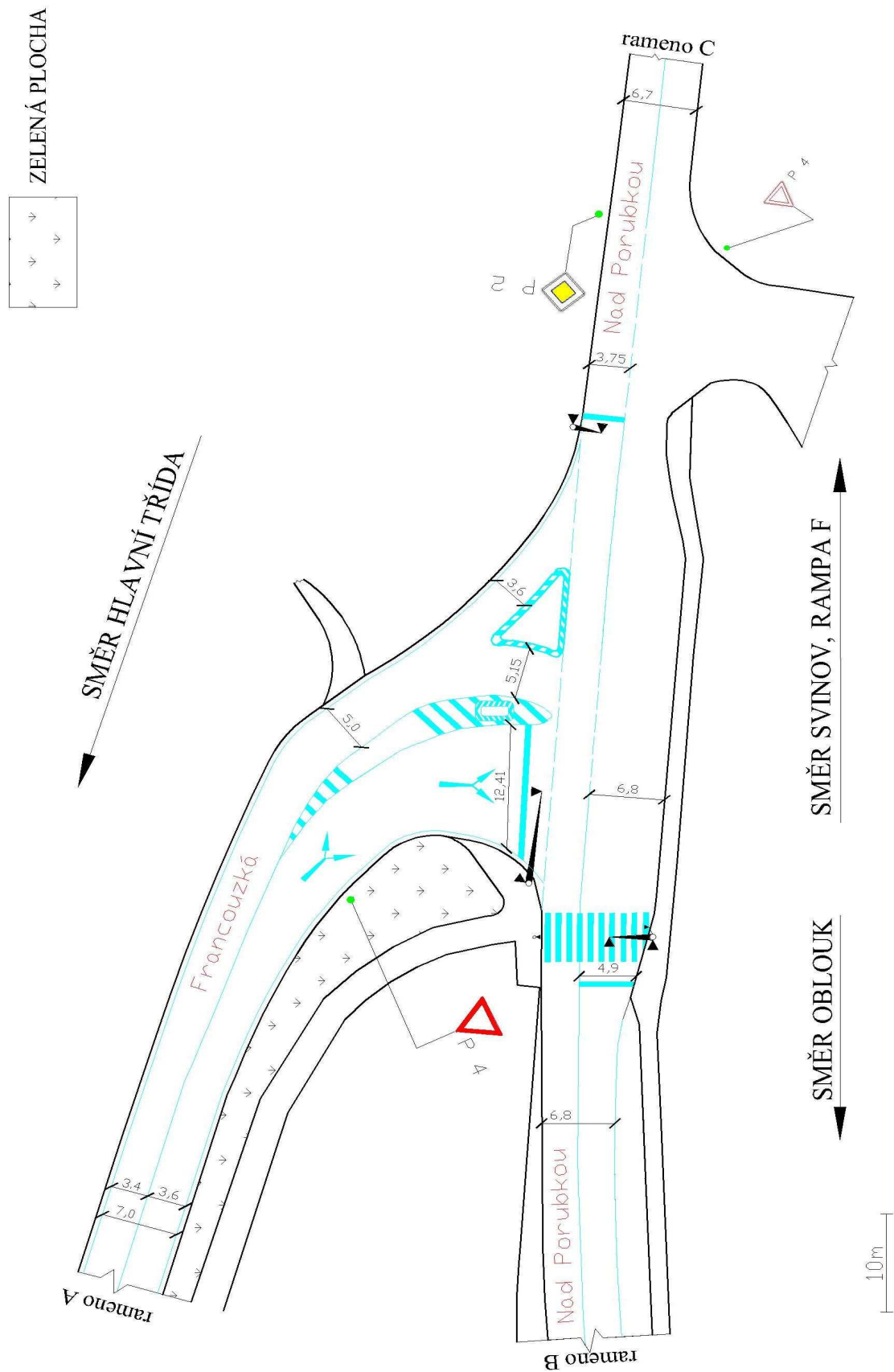
Posouzení kapacity se provede pro jednotlivé vjezdy dle vzorce:

$$K_i = \frac{S}{C} \cdot Z_i \text{ [j.v./h]}.$$

Mohu provést jednoduchou kontrolu správnosti výsledků a to tak, že sečtu jednotlivé délky zelené každé signální skupiny a také přičtu součet mezičasů pro zvolené pořadí fází. Výsledek porovnám s délkou cyklu a dostanu přibližně stejnou hodnotu (rozdíl pouze v desetinách, vlivem zaokrouhlování). Z těchto hodnot jsem schopen sestavit pevný signální plán, který má délku cyklu **67 s**. Signální plán je uveden (nakreslen) v příloze této práce. Jeho celkovou délkou se řadí mezi tzv. **optimální**.

Při přestavbě křižovatky na světelně řízenou jsem provedl stavební úpravy. Především bylo nutné posunout přechod pro chodce na rameni B a zvětšit jeho délku. V místě přechodu pro chodce bude umístěno návěstidlo základní a opakovací, přičemž opakovací návěstidlo bude upevněno na výložníku. Pro směr C1 a C2 došlo k rozšíření vozovky na 6,75 m. Odbočovací pruh jsem neprováděl.

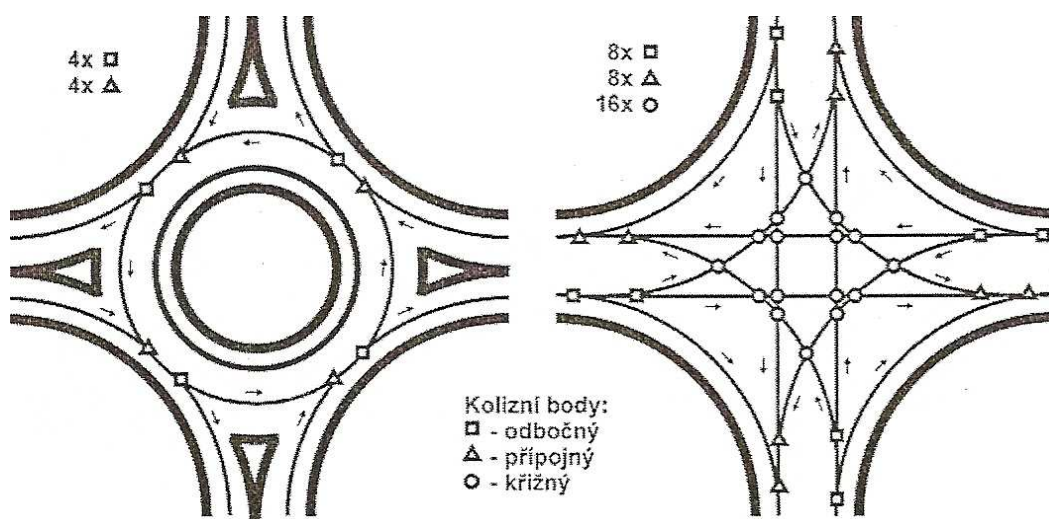
Vozidla budou při odbočování najíždět k okraji dělící čáry a tím vznikne prostor pro vozidla, jedoucí průběžně na Svinov.



Obr. 5.6 Návrh SSZ na křižovatce A

5.1.3 Návrh okružní křižovatky na křižovatce A

Okružní křižovatku jsme navrhoval dle TP 135. Při navrhování okružních křižovatek je potřeba zjistit parametry stávající křižovatky. Především se jedná o sklonové poměry komunikace, rozměry křižovatky, povaha křižovatky a především skladba dopravního proudu. Dále musí být zajištěn bezpečný vjezd na okružní jízdní pás křižovatky kolem středového ostrova. Na okružní křižovatku vjíždějí všechna vozidla odbočením vpravo. Následně se vozidla pohybují proti směru hodinových ručiček po jednosměrném okružním pásu až k výjezdu, kde po odbočení vpravo okružní křižovatku opouští (platí pro pravostranný provoz). Velkou výhodou této křižovatky je, že se odstraní veškeré křižující se kolizní body. Oproti průsečné křižovatce má také o polovinu menší počet přípojných a odbočných kolizních bodů, jak je znázorněno na obr. 5.6.



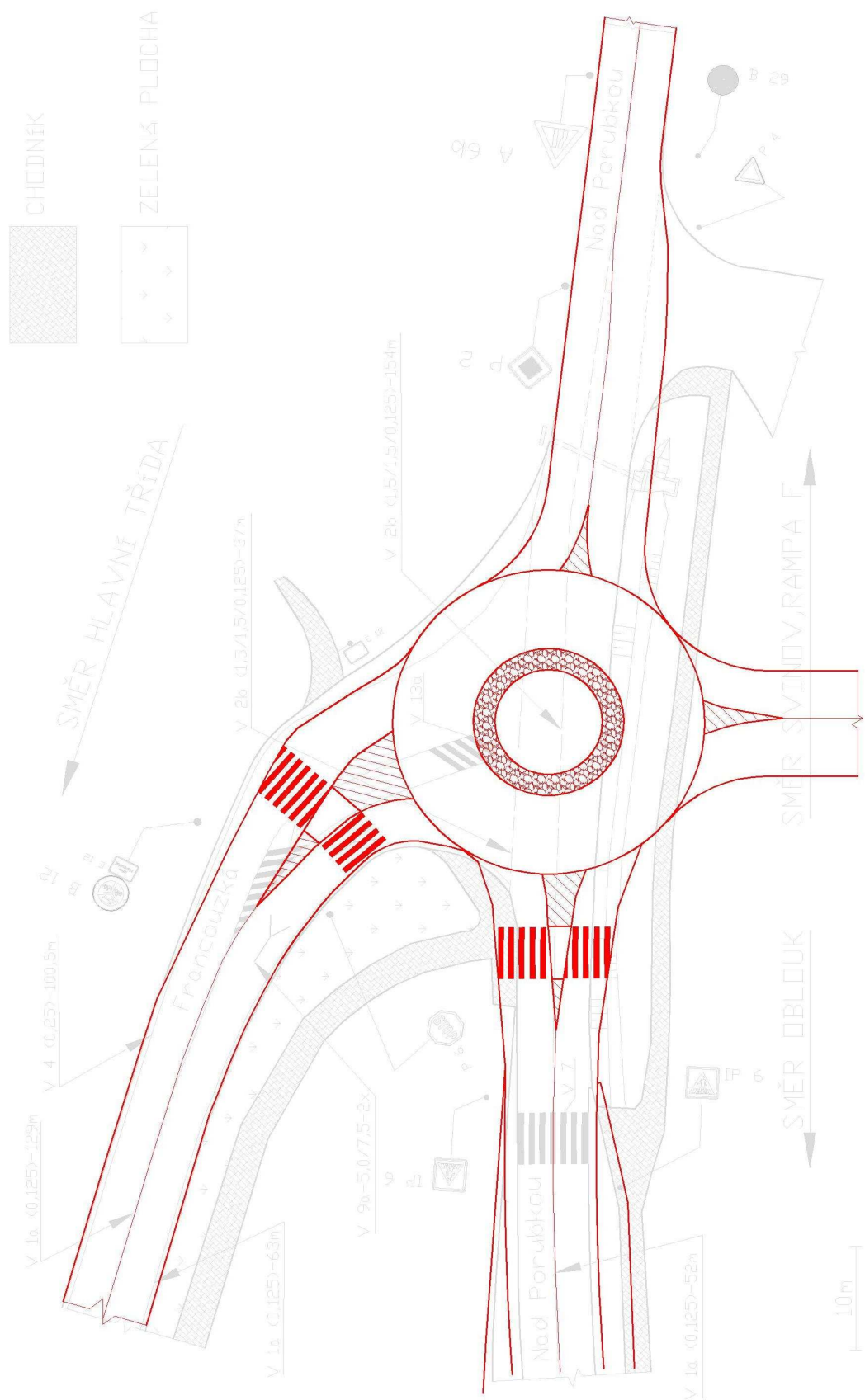
Obr. 5.7 Kolizí body na okružní a průsečné křižovatce

Návrh rozměrů okružní křižovatky je nutné provádět v souvislosti s rozměrovými možnostmi daného místa v souvislosti s naměřenými intenzitami. Dle vstupních podmínek jsem provedl návrh rozměrů malé okružní křižovatky. Rozměry jsem volil dle uvážení vzhledem k velikosti současné křižovatky. Navržené rozměry jsem uvedl do tabulky 5.5. Šířky vjezdu a výjezdu jsou v určitém rozsahu. Je to z důvodu nestejně šíře pozemních komunikací. Ostatní rozměry a rozměry středních ostrůvků jsem navrhnul tak, aby byly zachovány všechny podmínky pro návrh okružní křižovatky.

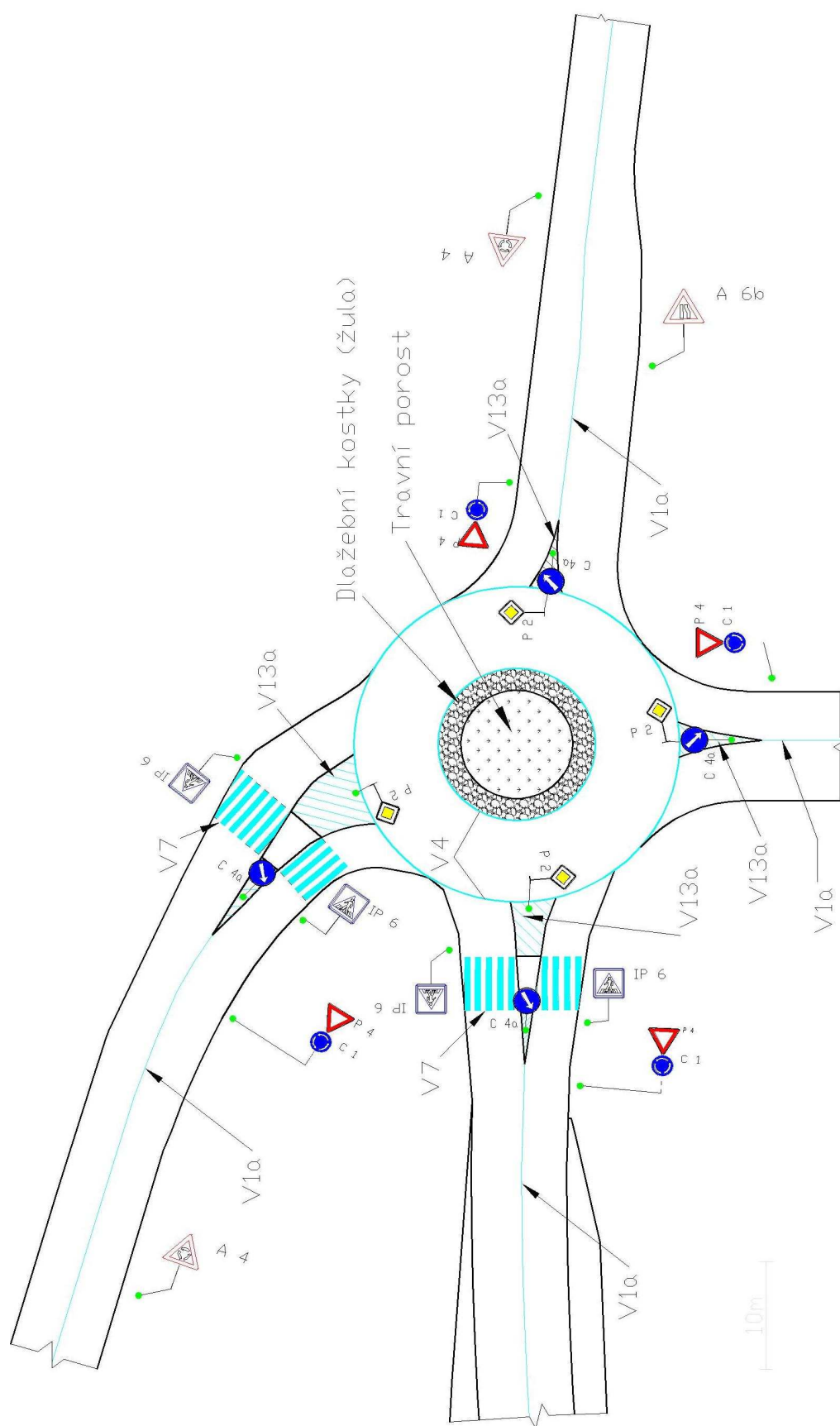
Tab. 5.5 Zvolené rozměry na křižovatce A

Velký průměr D	29,0 m
Malý průměr d	10,0 m
Průměr prstence d_p	14,0 m
Šířka okružního jízdního pásu b_{jp}	7,5 m
Šířka vjezdu b_{vj}	min 3,5 m, max 4,3 m
Šířka výjezdu $b_{výj}$	min 4,0 m, max 5,0 m

Pro větší bezpečnost jsem rameno nepojmenované komunikace, vedoucí k prodejně Ptáček, připojil jako čtvrté rameno okružní křižovatky. Kapacitní výpočty okružní křižovatky budou provedeny v kapitole 5.4.2



Obr. 5.8 Návrh okružní křižovatky A



Obr. 5.9 Okružní křižovatka A včetně dopravního značení

Z obr 5.7 je vidět, že bude nutné při realizaci okružní křižovatky provést násyp příkopu a chodníkové plochy. Tím, že se provede zasypání příkopu, bude zamezeno odvodnění. Navrhuji vybudování kanalizace z potrubních segmentů.

5.2 Návrh změn na křižovatce B

5.2.1 Stavební úpravy při zachování neřízeného provozu

Na křižovatce B navrhuji tyto úpravy v souladu s normou ČSN 73 6110 a ČSN 73 6102:

- Změna hlavní pozemní komunikace, která bude z ramene A na rameno B,
- Změna vodorovného dopravního značení,
- Změna svislého dopravního značení.

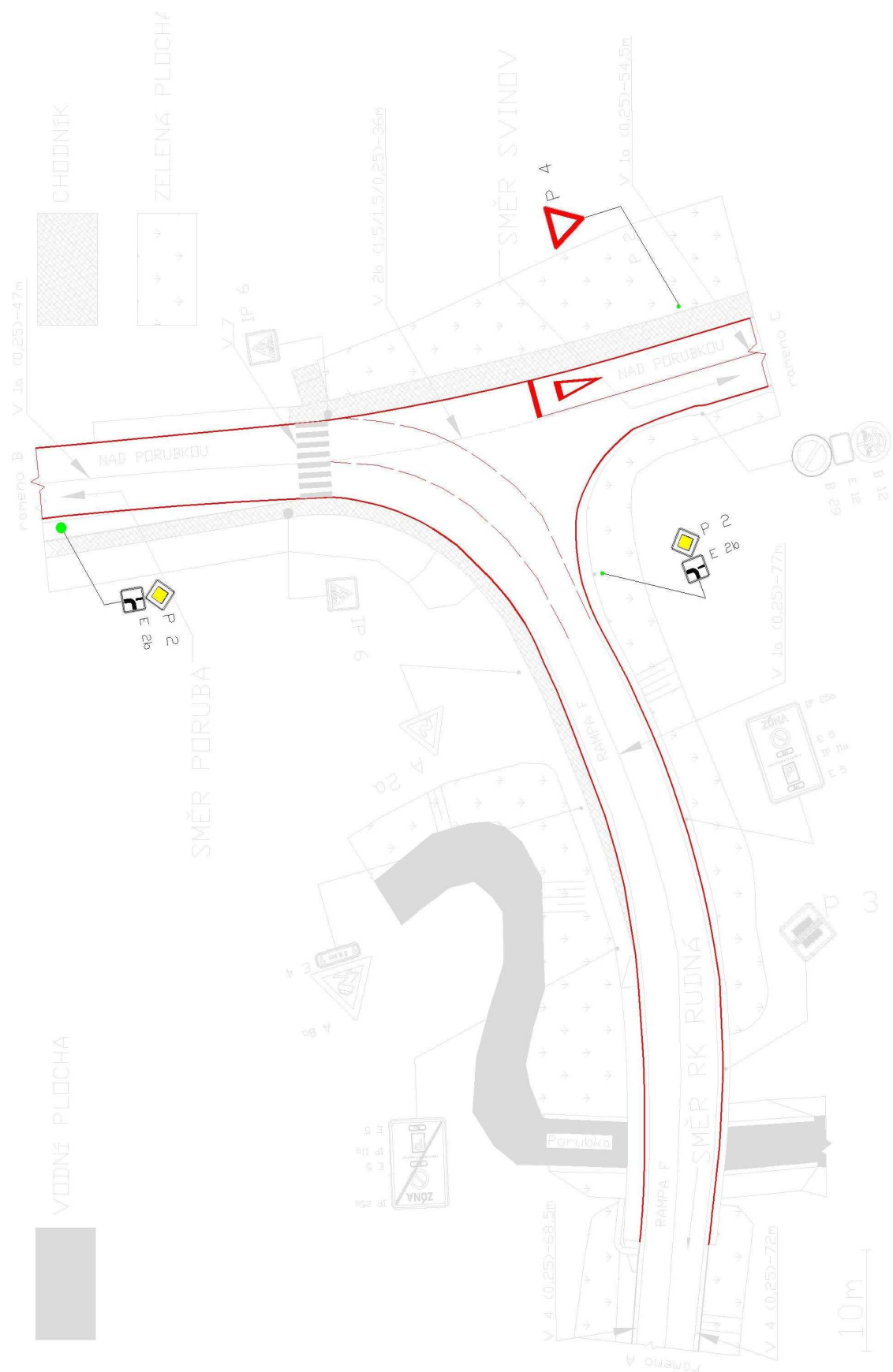
Dne 1.března došlo na křižovatce B ke změně přednosti v jízdě. Právě tato změna přednosti byla jedním z mých návrhů v diplomové práci. Jelikož jsem zadání diplomové práce obdržel v listopadu 2008, dovoluji si tento můj návrh uvést v této diplomové práci. Důvod této změny je následující. Při měření intenzit vozidel na křižovatce B jsem po vyhodnocení vytvořil pentlogram, který je na obr. 3.6. Z tohoto pentlogramu je vidět, že nejvyšší intenzity jsou právě ze směru Rampa F na směr Oblouk a Hlavní třída.

Tato změna zcela jistě odstraní vznik dopravních kolon vozidel, vyjíždějících z Rampy F, ovšem ostatní ramena jedoucí rovně na Svinov nebo na Porubu musí dávat přednost v jízdě a v tomto případě může dojít k tvorbám kolon z těchto směrů.

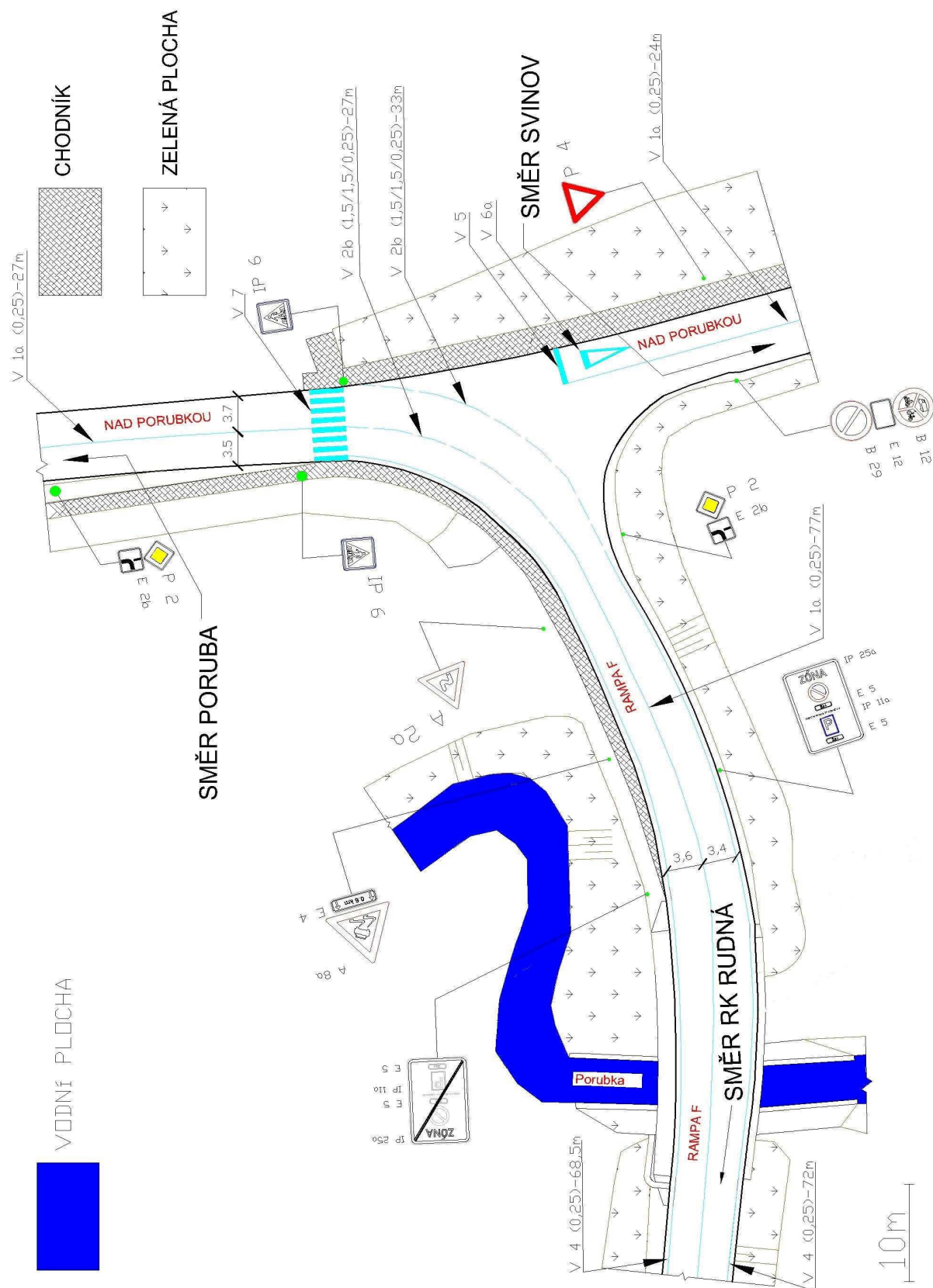
Dne 23. března v ranní špičce a 27.dubna v odpolední špičce jsem byl provést průzkum, kde bylo možné ověřit navrhovanou změnu přednosti v jízdě na křižovatce B. Zkoumal jsem hlavně konfliktní situace a délku zdržení při vzniku kolony ze směru od Poruby a od Svinova. V ranní špičce jsem neshledal jedinou konfliktní situaci. V ranní a odpolední špičce jsem z velké části spatřil pasivní chování řidičů, kteří dávali přednost v jízdě vozidlům, jedoucích po hlavní pozemní komunikaci. Dalším problémem byl konflikt mezi chodcem a vozidlem, při přecházení chodce po přechodu. Tento přechod by měl být umístěn dále od hranice křižovatky, ale brání tomu místní podmínky.

Délka fronty vozidel, jedoucích od Poruby byla maximálně 120 m. Délka fronty od Svinova byla maximálně 25 m. Průměrné zdržení vozidla, jedoucího od Poruby, které zastavilo jako poslední v koloně činilo maximálně 58 s. Od Svinova činilo průměrné zdržení cca. 30 s. Ke vzniku kolon od Poruby dochází tehdy, když vozidlo jedoucí od Poruby na Svinov, musí dát předost v jízdě před vozidly jedoucích z Rampy F. Ostatní vozidla stojící v koloně se snaží vozidlo dávající přednost v jízdě objet zprava, přičemž sjíždějí pravými koly mimo vozovku. Kolony vozidel od Svinova vznikají ze stejného důvodu a to z dávání předosti v jízdě.

Při předchozím řešení, kdy byla vedlejší komunikací Rampa F byla délka front podstatně delší, dosahovala i délky 200 m a zdržení vozidel přesahovalo mnohdy i 2 min.



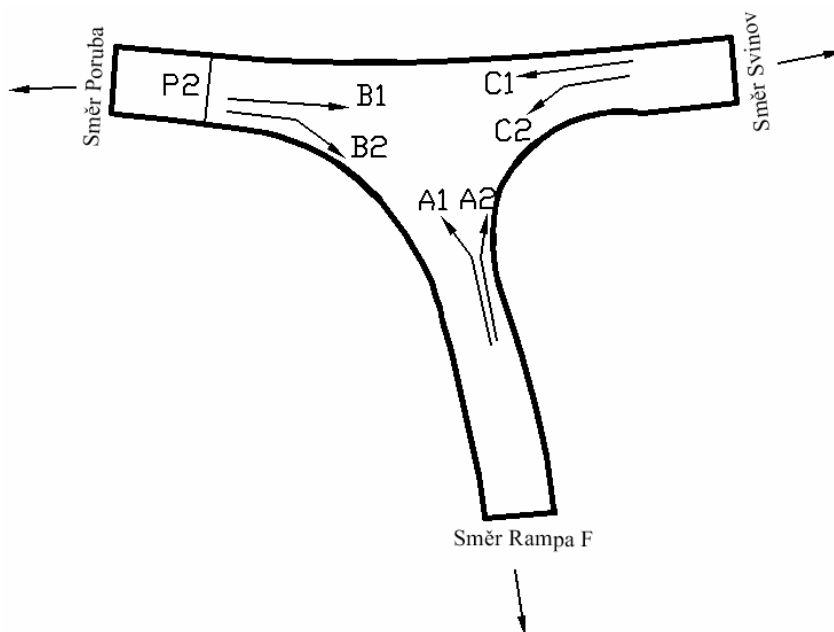
Obr. 5.10 Nově navržené řešení stavebních úprav, vložené do stávajícího řešení (křižovatka B)



Obr. 5.11 Situační pohled na křižovatku B po provedení stavebních úprav

5.2.2 Návrh světelně signalizačního zařízení na křižovatce B

Návrh světelně signalizačního zařízení, konkrétně signálního plánu, provedu dle postupu uvedeného v kapitole 5.2.1. Trajektorie najížděcích a vyklizovacích drah, tabulky mezičasu, výsledná tabulka pro délku cyklu, délku zelených, kapacit, rezerv a signální plán jsou uvedeny v příloze.



Obr. 5.12 Vyznačení dopravních proudů včetně chodců na křižovatce B

Na křižovatce B jsou celkem čtyři fáze. Výsledná délka cyklu na křižovatce B činí **C = 96 s**, což se z hlediska TP 81 posuzuje jako doba cyklu **maximální**. Délka zelené pro skupinu P2, do které spadají chodci, činí dle výpočtu 1 s. Je to způsobeno nízkou intenzitou chodců. Proto tuto délku zelené upravím dle délky přechodu 7,5 m a rychlosti chodce 1,4 m/s na hodnotu **11 s**. V třetí fázi jsem volil signální skupinu jen pro chodce. Důvodem je to, že vozidla vůči chodcům nevykonávají nekolizní pohyby a nebylo možné vložit chodce do jiných fází. Z hlediska nedostatečného prostoru není možné vybudovat na křižovatce B odbočovací pruh. Z výsledných směrových průzkumů je nutné tento odbočovací pruh vybudovat na rameni vedoucí od Poruby. Dle mého uvážení jsem zvolil fázové schéma, uvedené v příloze Při kombinaci jednotlivých fází vyšel součtový mezičas **11 s**. Výsledné fáze budou obíhat v pořadí 1 – 2 – 3 – 4. Po úpravě signálu volno pro chodce činí délka cyklu **107 s**.

5.2.3 Návrh okružní křižovatky na křižovatce B

Návrh okružní křižovatky jsem prováděl dle TP 135. Největším problémem při výstavbě okružní křižovatky je opět stísněný prostor. Muselo by se provést odkoupení pozemků. Dále se v prostoru křižovatky nachází alej listnatých stromů, což by způsobilo problémy při schvalování stavebního povolení. Každopádně ve své diplomové práci vytvářím studii, jak by daná okružní křižovatka mohla v případě realizace vypadat. Výpočet výkonnosti této okružní křižovatky je proveden v kapitole 5.4.5

Na křižovatce B navrhuji tříramennou malou okružní křižovatku s velkým průměrem 28 m a s šířkou okružního jízdního pásu 8 m. Další rozměry jsou uvedeny v tab. 5.6.

Tab. 5.6 Zvolené rozměry na křižovatce B

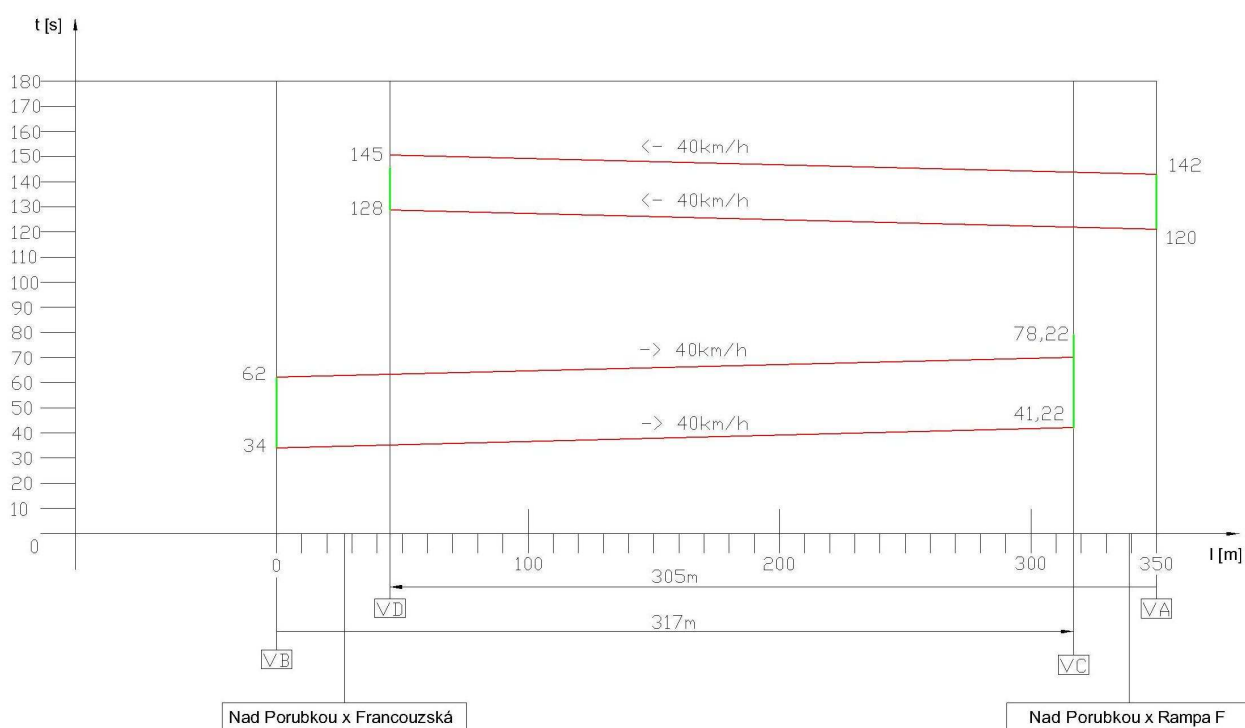
Velký průměr D	28,0 m
Malý průměr d	10,0 m
Průměr prstence d_p	12,0 m
Šířka okružního jízdního pásu b_{jp}	8 m
Šířka vjezdu b_{vj}	min 3,5 m, max 4,3 m
Šířka výjezdu $b_{výj}$	min 4,0 m, max 5,0 m

Při provádění stavby okružní křižovatky by muselo dojít k uzavírce křižovatky B a provést přesměrování vozidel na Porubu přes Svinov nebo RK Rudnou. To platí i pro křižovatku A..



5.3 Koordinace a doba provozu SSZ na křižovatkách A,B

Křižovatku A a B jsem zkoordinoval dle podkladů poskytnutých od Ostravských komunikací a.s. Podrobnější průběh řízení těchto dvou křižovatek je uveden na obr.5.16. Na svislé ose je nanesen časový průběh t [s] a na vodorovné ose je nanesena dráha l [m]. Jako návrhovou rychlost pro koordinaci jsem volil 40 km/h, z důvodu šířkového uspořádání komunikace, intenzity provozu a také proto, že křižovatkami A,B projíždí linky MHD.



Obr. 5.16 Koordinace křižovatek A a B

Na křižovatce A, B jsem stanovil dobu provozu SSZ takto:

- pondělí od 07:00 do 09:00 pro dopolední špičku,
- pondělí od 14:00 do 16:00 pro odpolední špičku,
- úterý od 07:00 do 09:00 pro dopolední špičku,
- úterý od 14:00 do 16:00 pro odpolední špičku,
- středa od 07:00 do 09:00 pro dopolední špičku,

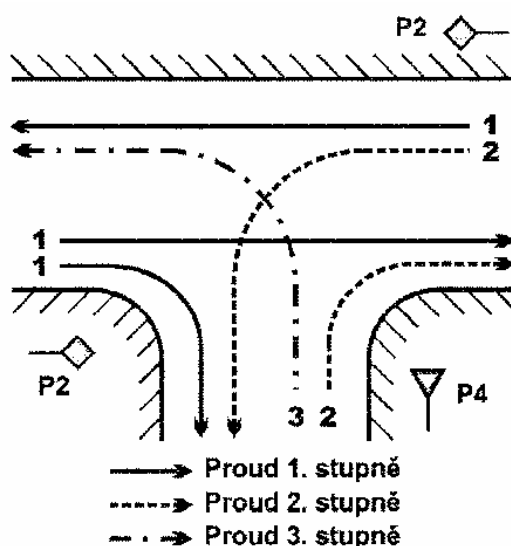
- středa od 14:00 do 16:00 pro odpolední špičku,
- čtvrtek od 07:00 do 09:00 pro dopolední špičku,
- čtvrtek od 14:00 do 16:00 pro odpolední špičku,
- pátek od 07:00 do 09:00 pro dopolední špičku,
- pátek od 14:00 do 16:00 pro odpolední špičku,
- sobota – SSZ mimo provoz,
- neděle – SSZ mimo provoz,

5.4 Kapacitní výpočty křižovatek A,B

V této kapitole se budu zabývat výpočtem kapacit vozidel neřízené křižovatky a okružní křižovatky. Nejprve provedu výpočet kapacit neřízených křižovatek A,B před změnou a následně provedu výpočet kapacit vozidel po provedených stavebních úpravách. Dále provedu kapacitní výpočty navržených okružních křižovatek A,B dle Brilona a Stuweho, Epfla a VSS.

Pro výpočet kapacit neřízených křižovatek je potřeba uvést teorii a postup výpočtu [2]:

Před samotným výpočtem je potřeba rozlišit dopravní proudy hlavního a vedlejšího směru. Tyto dopravní proudy se postupně člení podle stupně dopravní nadřazenosti na dopravní proudy 1. až 4. stupně. Dopravní proudy jsou uvedeny na obr.5.17



Obr. 5.17 Stupně nadřazenosti jednotlivých dopravních proudů stykové křižovatky

Dopravní proudy:

1.stupně – jsou takové dopravní proudy , které mají absolutní přednost před ostatními dopravními proudy.

2.stupně – dávají přednost pouze dopravním proudům 1.stupně,

3.stupně – musí dávat přednost v jízdě jednak dopravním proudům 1.stupně a jednak dopravním proudům 2.stupně,

4.stupně – musí dávat přednost v jízdě dopravním proudům 1., 2. a 3 stupně (platí pro průsečnou křižovatku).

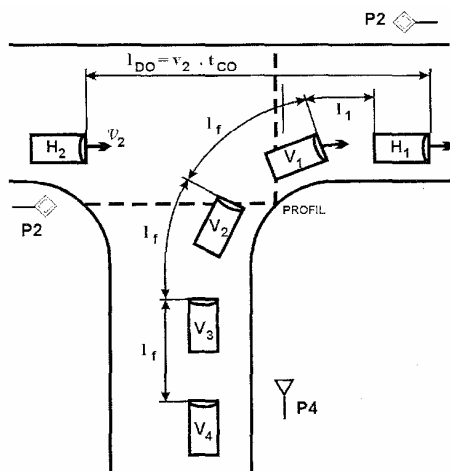
Teoretické principy výpočtu kapacity neřízené křižovatky se týkají výpočtu výkonnosti vedlejších dopravních proudů.

Kapacita komunikace je maximální množství vozidel, která mohou projet daným místem komunikace za daných podmínek.

Pro výpočet výkonnosti dopravních proudů je potřeba určit tyto veličiny:

Kritická mezera t_g – je taková mezera, kterou 50 % řidičů přijímá jako vhodnou a 50 % řidičů zamítá na vykonání manévru.

Následná mezera t_f - časové odstupy mezi vozidly vedlejšího dopravního proudu při vstupu do křižovatky, znamenají časový odstup dvou následujících vozidel.



Obr. 5.18 Vyznačení následné mezery t_f

Autoři teorie pro výkonnosti dopravní proudů (Harders a Siegloch) doporučují pro městské křižovatky tyto hodnoty mezer t_g a t_f :

- pro proudy 2.stupně: $t_g = 5,2$ s; $t_f = 2,7$ s
- pro proudy 3. a vyššího stupně: $t_g = 6,0$ s; $t_f = 3,2$ s

Pro výpočet výkonnosti vedlejšího dopravního proudu **2.stupně** je odvozen vztah dle Harderse:

$$C_m = \frac{M}{e^{\frac{M \cdot t_g}{3600}} - e^{\frac{M \cdot (t_g - t_f)}{3600}}} \left[\text{voz} \cdot h^{-1} \right]$$

Kde: C_m – výchozí výkonnost vedlejšího dopravního proudu

M – intenzita nadřazeného proudu [j.v/h]

t_g – kritická mezera [s]

t_f – následná mezera [s]

Pro výkonnost dopravního proudu **3.stupně** je třeba nejdříve určit tzv. základní výchozí výkonnost:

$$C'_{m3} = \frac{M}{e^{\frac{M \cdot t_g}{3600}} - e^{\frac{M \cdot (t_g - t_f)}{3600}}} \left[\text{voz} \cdot h^{-1} \right]$$

Za M dosazujeme součet intenzit nadřazených dopravních proudů 1 a 2:

$$M = \sum_{i=1}^k M_i \left[\text{voz} \cdot h^{-1} \right]$$

Dále musíme určit pravděpodobnost nevzdutého stavu, který je dán vztahem:

$$p_{o2} = \frac{C_m - N}{C_m - \gamma \cdot N} \quad [-]$$

$$\gamma = e^{-\frac{(M \cdot t_g + N \cdot t_f)}{3600}} \quad [-]$$

kde: C_m – výchozí výkonnost proudu 2 [voz/h]

γ – pomocný koeficient [-]

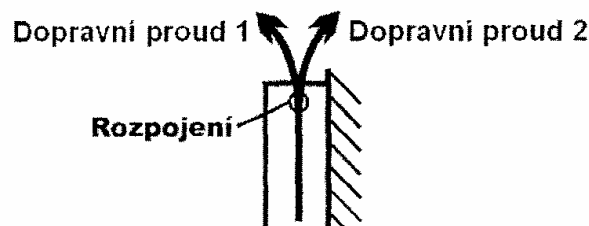
N – intenzita proudu 2 [j.v/h]

Pro výkonnost dopravního proudu **3.stupně** definitivně platí vztah:

$$C_{m3} = p_{o2} \cdot C_{m3} \quad [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]$$

Výkonnost dopravních proudů se společným řazením:

Potřebné vztahy pro výpočet výkonnosti dopravních proudů se společným řazením se skládají z výkonnosti dopravních proudů 1 a 2 za použití předchozích vztahů.



Obr. 5.19 Dopravní proudy se společným řazením

Celková základní výkonnost se určí podle vztahu:

$$C_m = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{a_j}{C_{mj}}} \quad [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde: C_{mj} – výkonnost j-tého dopravního proudu [voz/h],

j – průběžný index pro dílčí proudy,

a_j – pomocný koeficient vyjadřující podíl intenzity j-tého dopravního proudu a součtu intenzit všech dopravních proudů ve společném řazení,

$$a_j = \frac{M_j}{\sum_{j=1}^n M_j}$$

kde: M_j – intenzita nadřazeného dopravního proudu pro dopravní proud j [voz/h]

Kapacitní výpočet okružní křižovatky:

Ve své práci jsem použil celkem tři metody pro výpočet kapacity okružní křižovatky. První metodou je metoda podle **Brilona a Stuweho**, druhá je **metoda EPFL** (Ecole Polytechniques Fédérale de Lausanne) a jako třetí jsem použil metodu **VSS** (Vereinigung Schweizerische Strassenfachleute). Nyní provedu popis jednotlivých metod.

Kapacita vjezdu podle Brilona a Stuweho:

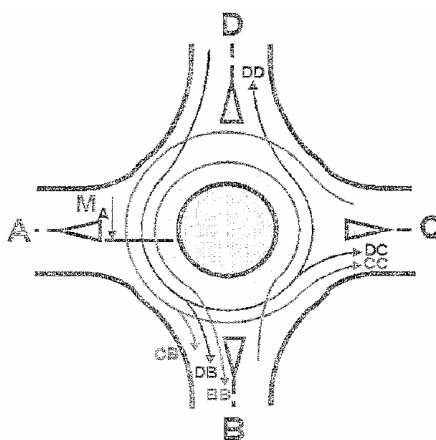
Kapacitu jednotlivých vjezdů podle Brilona a Stuweho určíme dle následujícího vztahu:

$$C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} [j.v./h]$$

kde: C kapacita určitého vjezdu [j.v./h]

M intenzita dopravního proudu na okružním pásu těsně před vjezdem, [j.v./h]

A, B koeficienty stanovené regresní analýzou z měřených dat (tab.5.7)



Obr. 5.20 Určení intenzit dopravního proudu na okruhu těsně před vjezdem podle Brilona a Stuweho

Intenzita dopravního proudu na okružním pásu těsně před vjezdem pro čtyřramennou křižovatku se určí dle jednoduchých vzorců:

$$M_A = DB + DC + DD + BB + CB + CC \text{ [j.v./h]},$$

$$M_B = AC + AD + AA + CC + DC + DD \text{ [j.v./h]},$$

$$M_C = AD + AA + BD + BA + BB + DD \text{ [j.v./h]},$$

$$M_D = AA + BA + BB + CA + CB + CC \text{ [j.v./h]},$$

kde (např.): DC je intenzita vozidel jedoucích z ramene D do ramene B [j.v./h].

Tab. 5.7 Hodnoty koeficientů A, B

Počet pruhů		A [-]	B [-]
vjezd	okružní pás		
1	1	1089	7,42
1	2-3	1200	7,38
2	2	1553	6,69
2	3	2018	6,68

Kapacita vjezdu dle metody EPFL:

Hodnotu kapacity (maximální) určitého vjezdu je možno určit dle vzorce:

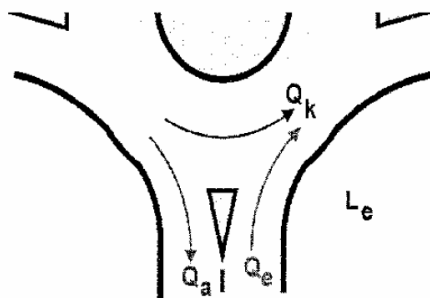
$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \text{ [j.v./h]},$$

kde: L_e je hodnota kapacity určitého vjezdu [j.v./h],

Q_k je intenzita dopravního proudu na okružním pásu mezi výjezdem a následným vjezdem [j.v./h],

Q_a je intenzita dopravního proudu na výjezdu [j.v./h],

α faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti mezi dvěma kolizními body [-].



Obr. 5.21 Intenzity dopravních proudů okružní křižovatky

Pomocí orientačního grafu pro zjištění faktoru α a také znalosti vzájemné vzdálenosti mezi dvěmi kolizními body jsem byl schopen určit hodnotu faktoru $\alpha = 0.25$. **Toto platí pro křižovatku A i B.**

Kapacita vjezdu dle metody VSS:

Tato metoda je omezena pro okružní křižovatky malých rozměrů (také pouze s jednopruhovými vjezdy a jednopruhovým okružním pásem). Kapacitu vjezdu je možno určit dle vzorce:

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k \text{ [j.v./h]},$$

kde: Q_k je intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následným vjezdem [j.v./h].

Výpočet rezervy vjezdů okružní křižovatky:

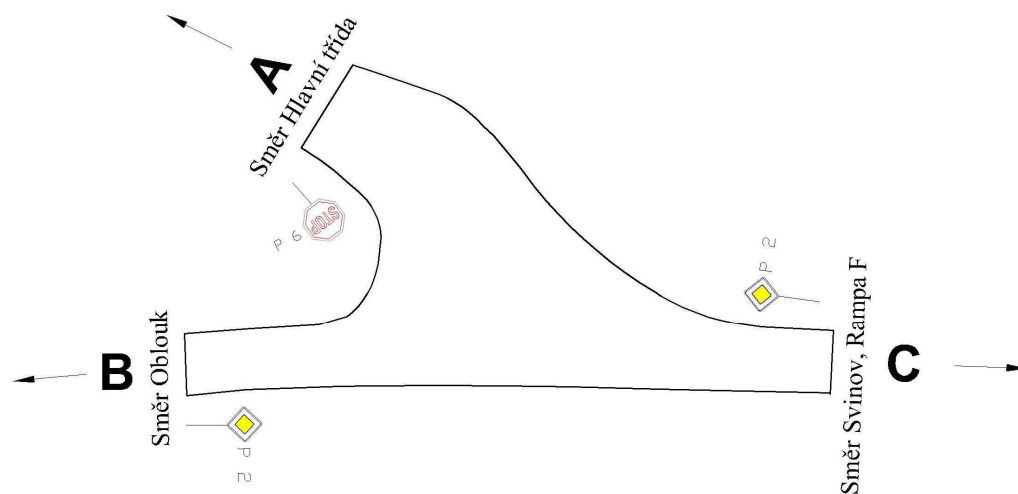
$$R_i = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) [\%],$$

kde: R_i je rezerva i -tého vjezdu [%],

I_i je intenzita i -tého vjezdu [j.v./h],

C_i je kapacita i -tého vjezdu [j.v./h].

5.4.1 Výpočet výkonnosti na neřízené křižovatce A



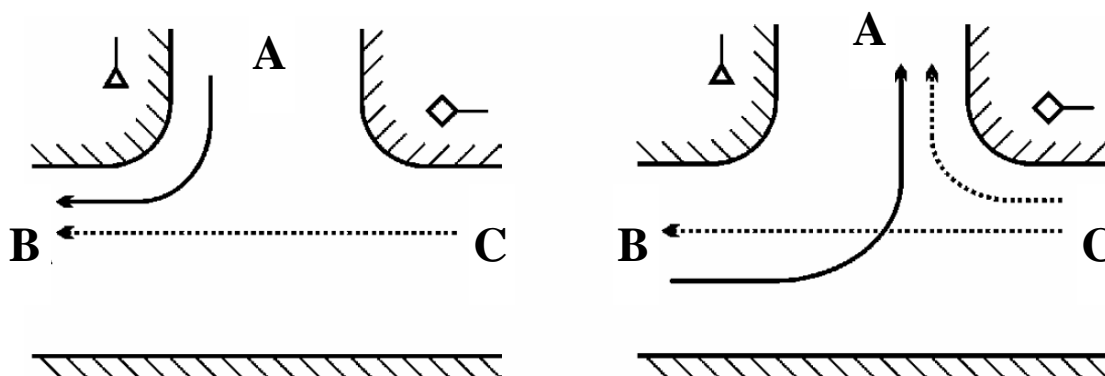
Obr. 5.22 Popis křižovatky A pro výpočet kapacit s označením ramen

Tab. 5.8 Intenzity vozidel pro jednotlivé dopravní proudy

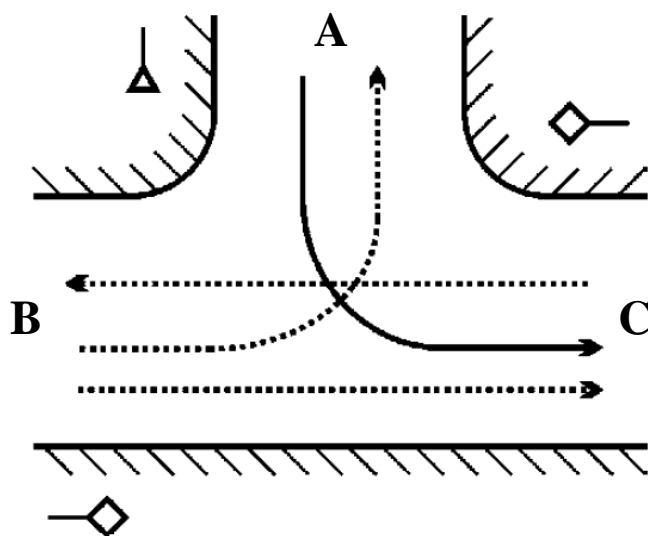
[j.v/h]	do A	do B	do C
z A	-	26	285
z B	80	-	761
z C	293	410	-

Nyní zvolím hodnoty t_g a t_f pro proudy 2. a 3.stupně:

Dopravní proudy 2.stupně: $t_g = 5,2$ s; $t_f = 2,7$ s



Dopravní proud 3.stupně: $t_g = 6,0$ s; $t_f = 3,2$ s



Výpočet výkonnosti proudu 1.stupně:

Mezi proudy 1.stupně patří vozidla jedoucí směry B – C, C – B a C – A. Jelikož mají tyto proudy absolutní přednost, tak se z hlediska výkonnosti neposuzují.

Výpočet výkonnosti proudu 2.stupně:

- pravé odbočení z vedlejší komunikace => A - B

Intenzita nadřazeného proudu $M = 410$ j.v/h

Výkonnost:

$$C_m = \frac{410}{e^{\frac{410 \cdot 5,2}{3600}} - e^{\frac{410 \cdot (5,2 - 2,7)}{3600}}} = \underline{\underline{857 \text{ [voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}$$

Rezerva:

$$R = 857 - 26 = \underline{\underline{831 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se nejedná o překážku

- levé odbočení z hlavní komunikace => B-A

Intenzita nadřazeného dopravního proudu $M = 410 + 293 = 703 \text{ j.v/h}$

Výkonnost:

$$C_m = \frac{703}{e^{\frac{703 \cdot 5,2}{3600}} - e^{\frac{703 \cdot (5,2-2,7)}{3600}}} = \underline{\underline{621 [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}$$

Rezerva:

$$R = 621 - 80 = \underline{\underline{541 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o nepatrnou překážku

Výpočet výkonnosti proudu 3.stupně => A – C:

Koeficient γ :

Intenzita nadřazeného proudu 1. a 2.stupně $M = 761 + 410 + 80 = 1251 \text{ j.v/h}$

Intenzita proudu 2.stupně $N = 80 + 26 = 106 \text{ j.v/h}$

$$\gamma = e^{\frac{(1251 \cdot 5,2 + 106 \cdot 2,7)}{3600}} = \underline{\underline{0,151 [-]}}$$

Pravděpodobnost nevzdutého stavu:

$$p_{o2} = \frac{621 - 106}{621 - 0,151 \cdot 621} = \underline{\underline{0,97 [-]}}$$

Výkonnost C'_{m3} : Intenzita nadřazeného proudu 1. a 2.stupně $M = 1251 \text{ j.v/h}$

$$C'_{m3} = \frac{1251}{e^{\frac{1251 \cdot 6,0}{3600}} - e^{\frac{1251 \cdot (6,0-3,2)}{3600}}} = \underline{\underline{231 [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}$$

Celková výkonnost proudu 3.stupně:

$$C_{m3} = 0,97 \cdot 231 = \underline{\underline{224}} \text{ [voz} \cdot \text{h}^{-1}]$$

Rezerva:

$$R = 224 - 285 = \underline{\underline{-61}} \text{ j.v} / \text{h}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o přetíženou křižovatku

Rameno A je proud 2. a 3.stupně se společným řazením. Proto provedu přepočet výkonnosti. Použiji výkonnost C_{m2} a C_{m3} z předchozích výpočtů.

Výkonnost dopravních proudů se společným řazením na rameni A:

Pomocné koeficienty a_1, a_2 :

Celková intenzita vozidel na rameni A: $\sum M_A = 311 \text{ j.v} / \text{h}$

Intenzita vozidel odbočujících z A do B: $M_{a1} = 26 \text{ j.v} / \text{h}$

Intenzita vozidel odbočujících z A do C: $M_{a2} = 285 \text{ j.v} / \text{h}$

$$a_1 = \frac{M_{a1}}{\sum M_A} = \frac{26}{311} = \underline{\underline{0,083}} [-] \quad a_2 = \frac{M_{a2}}{\sum M_A} = \frac{285}{311} = \underline{\underline{0,916}} [-]$$

Celková výkonnost společného řazení na rameni A:

Výkonnost $C_{m2} = 857 \text{ voz/h}$

Výkonnost $C_{m3} = 203 \text{ voz/h}$

$$C_m = \frac{1}{\frac{0,083}{857} + \frac{0,916}{203}} = \underline{\underline{216}} \text{ j.v} / \text{h}$$

$$\text{Rezerva: } R = 216 - 311 = \underline{\underline{-95}} \text{ j.v} / \text{h}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o přetíženou křižovatku

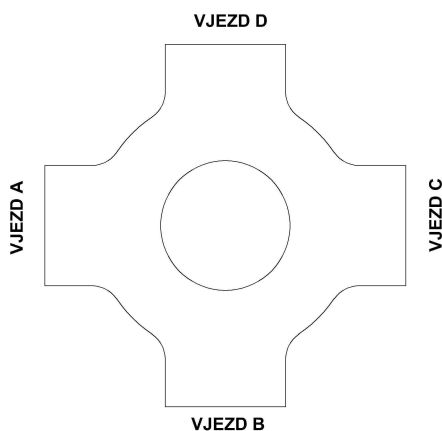
Tab. 5.9 Celkové zhodnocení výkonnosti neřízené křižovatky A

Směr	Intenzita [j.v/h]	Výkonnost [voz/h]	Rezerva [j.v/h]	Rezerva [%]	Překážka dle ČSN 73 6102
A - B	26	857	831	97	není překážka
B - A	80	621	541	87	nepatrná překážka
A - C	285	224	-61	-27	přetížená křižovatka
A - B a C	311	216	-95	-44	přetížená křižovatka

Z tab.5.8 je vidět, že proudy A – C a společné řazení A – B a C jsou silně zatíženy a v tomto případě se jedná o přetíženou křižovatku. Směr A – C představuje křižovatku již stavebně upravenou dle obr.5.2 a směr A – B a C představuje stávající situaci.

5.4.2 Kapacita okružní křižovatky A

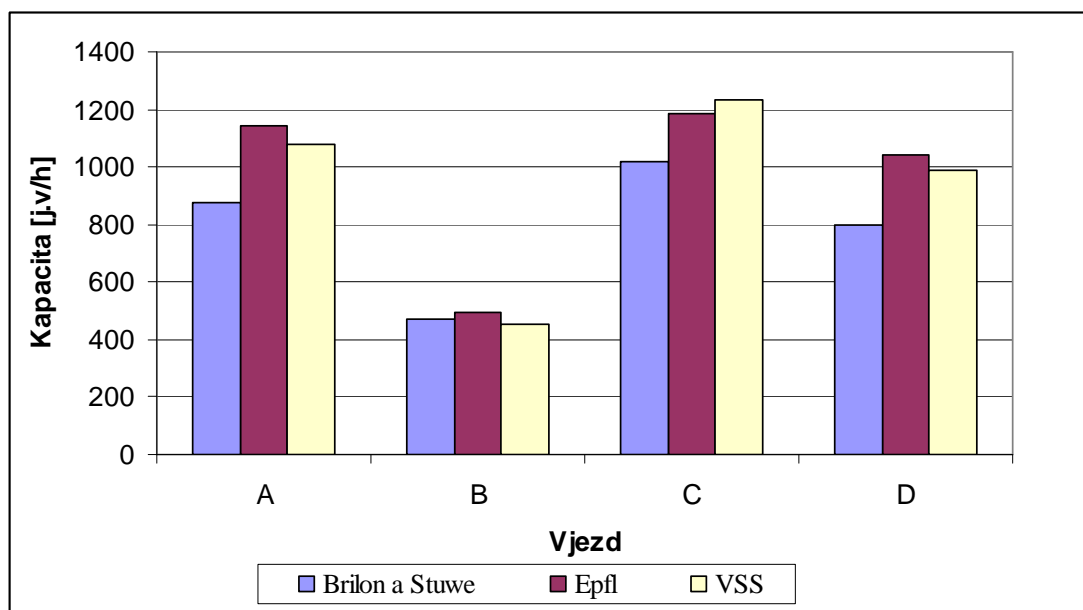
V této kapitole vykážu pouze výsledky kapacitních výpočtů včetně porovnávacího grafu.



Obr. 5.23 Označení vjezdů na okružní křižovatce A

Tab. 5.10 Tabulka výsledných kapacit na okružní křižovatce A

		Vypočtená kapacita [j.v/h]		
		Brilon a Stuwe	Epfl	VSS
Vjezd	A	875	1141	1079
	B	472	496	455
	C	1019	1188	1233
	D	798	1045	986,5



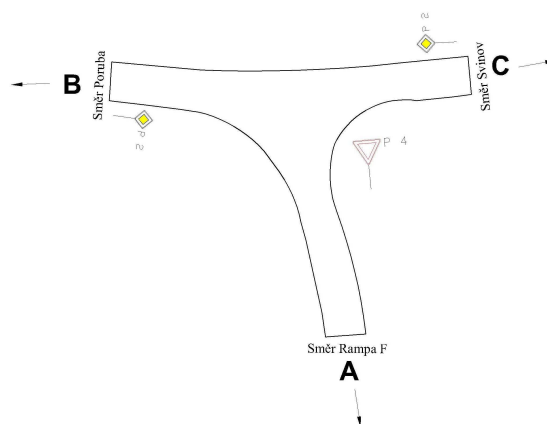
Obr. 5.24 Graf vyjadřující kapacity jednotlivých výpočetních metod na křižovatce A

Tab. 5.11 Rezervy na křižovatce A podle vypočtených metod

Rezervy [%]	Brilon a Stuwe	EPFL	VSS
Vjezd A	22	26,3	22
Vjezd B	97,5	97,5	97,3
Vjezd C	31	40,8	43
Vjezd D	61	70,2	68,5

Z výsledků je patrné, že každý vjezd má rezervu vyšší než 20%, tudíž je tento návrh efektivní z hlediska zvýšení plynulosti dopravy.

5.4.3 Výpočet výkonnosti na neřízené křižovatce B (stávající řešení)



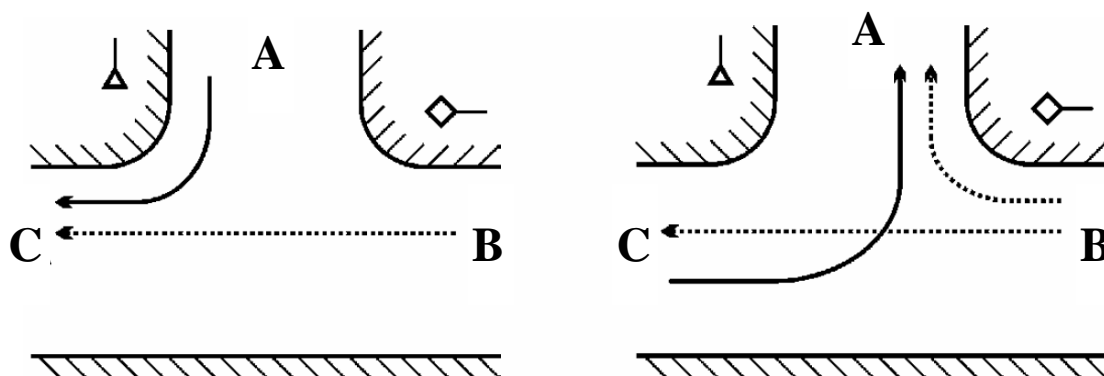
Obr. 5.25 Popis křižovatky B pro výpočet kapacit s označením ramen

Tab. 5.12 Intenzity vozidel pro jednotlivé dopravní proudy

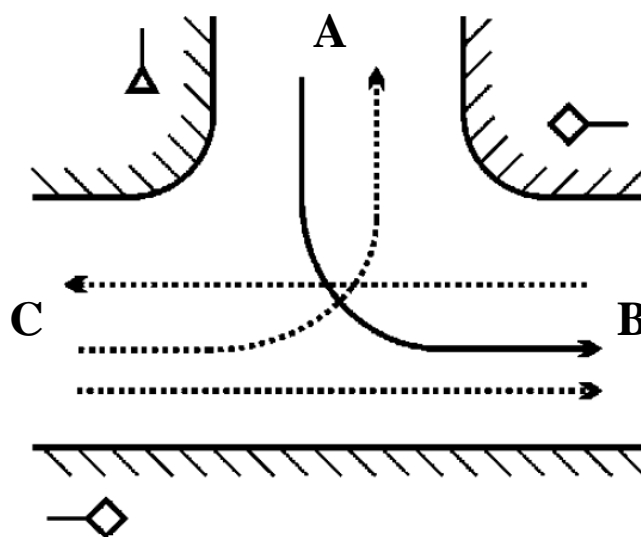
[j.v/h]	do A	do B	do C
z A	-	372	20
z B	598	-	305
z C	30	351	-

Nyní zvolím hodnoty t_g a t_f pro proudy 2. a 3.stupně:

Dopravní proudy 2.stupně: $t_g = 5,2$ s; $t_f = 2,7$ s



Dopravní proud 3.stupně: $t_g = 6,0$ s; $t_f = 3,2$ s



Výpočet výkonnosti proudu 1.stupně:

Mezi proudy 1.stupně patří vozidla jedoucí směry B – C, C – B a B – A. Jelikož mají tyto proudy absolutní přednost, tak se z hlediska výkonnosti neposuzují.

Výpočet výkonnosti proudu 2.stupně:

- pravé odbočení z vedlejší komunikace => A - C

Intenzita nadřazeného proudu $M = 305 \text{ j.v/h}$

Výkonnost:

$$C_m = \frac{305}{e^{\frac{305 \cdot 5,2}{3600}} - e^{\frac{305 \cdot (5,2-2,7)}{3600}}} = \underline{\underline{960 [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}$$

Rezerva:

$$R = 960 - 20 = \underline{\underline{940 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se nejedná o překážku

- levé odbočení z hlavní komunikace => C-A

Intenzita nadřazeného dopravního proudu $M = 305 + 598 = 903 \text{ j.v/h}$

Výkonnost:

$$C_m = \frac{903}{e^{\frac{903 \cdot 5,2}{3600}} - e^{\frac{903 \cdot (5,2-2,7)}{3600}}} = \underline{\underline{498 [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}$$

Rezerva:

$$R = 498 - 30 = \underline{\underline{468 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o nepatrnou překážku

Výpočet výkonnosti proudu 3.stupně => A – B:

Koeficient γ :

Intenzita nadřazeného proudu 1. a 2.stupně $M = 305 + 351 + 30 = 686 \text{ j.v/h}$

Intenzita proudu 2.stupně $N = 30 \text{ j.v/h}$

$$\gamma = e^{\frac{(686 \cdot 6,0 + 30 \cdot 3,2)}{3600}} = \underline{\underline{0,31 \quad [-]}}$$

Pravděpodobnost nevzdutého stavu:

$$p_{o2} = \frac{498 - 30}{498 - 0,31 \cdot 30} = \underline{\underline{0,96 \quad [-]}}$$

Výkonnost C'_{m3} : Intenzita nadřazeného proudu 1. a 2.stupně $M = 686 \text{ j.v/h}$

$$C'_{m3} = \frac{686}{e^{\frac{686 \cdot 6,0}{3600}} - e^{\frac{686 \cdot (6,0 - 3,2)}{3600}}} = \underline{\underline{478 \text{ [voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}}$$

Celková výkonnost proudu 3.stupně:

$$C_{m3} = 0,96 \cdot 478 = \underline{\underline{458 \text{ [voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}}$$

Rezerva:

$$R = 458 - 372 = \underline{\underline{87 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o velkou překážku

Rameno A je proud 2. a 3.stupně se společným řazením. Proto provedu přepočet výkonnosti. Použiji výkonnost C_{m2} a C_{m3} z předchozích výpočtů.

Výkonnost dopravních proudů se společným řazením na rameni A:

Pomocné koeficienty a_1, a_2 :

Celková intenzita vozidel na rameni A: $\sum M_A = 392 \text{ j.v/h}$

Intenzita vozidel odbočujících z A do B: $M_{a1} = 20 \text{ j.v/h}$

Intenzita vozidel odbočujících z A do C: $M_{a2} = 372 \text{ j.v/h}$

$$a_1 = \frac{M_{a1}}{\sum M_A} = \frac{20}{392} = \underline{\underline{0,05 [-]}} \quad a_2 = \frac{M_{a2}}{\sum M_A} = \frac{372}{392} = \underline{\underline{0,95 [-]}}$$

Celková výkonnost společného řazení na rameni A:

Výkonnost $C_{m2} = 960 \text{ voz/h}$

Výkonnost $C_{m3} = 459 \text{ voz/h}$

$$C_m = \frac{1}{\frac{0,05}{960} + \frac{0,95}{459}} = \underline{\underline{471 \text{ j.v/h}}}$$

Rezerva:

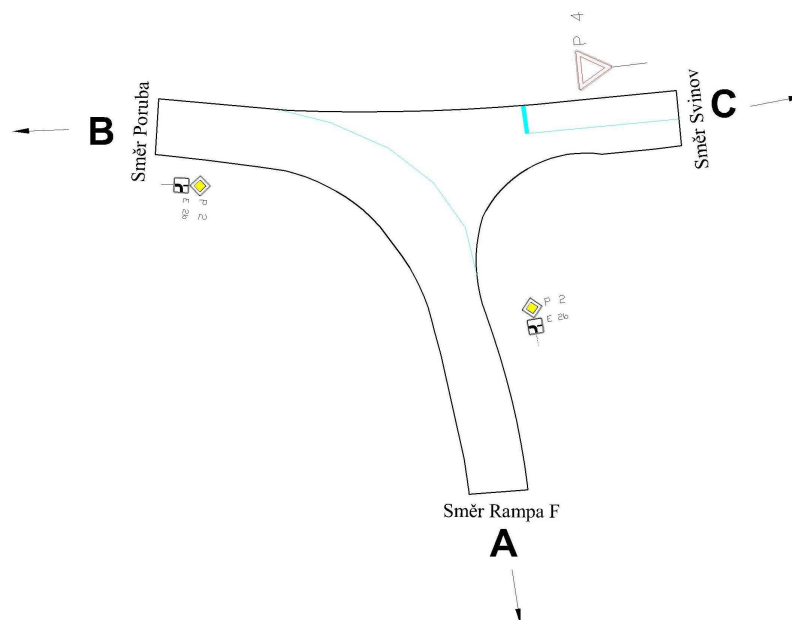
$$R = 471 - 392 = \underline{\underline{79 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o velkou překážku

Tab. 5.13 Celkové zhodnocení výkonnosti neřízené křižovatky B při stávajícím řešení

Směr	Intenzita [j.v/h]	Výkonnost [voz/h]	Rezerva [j.v/h]	Rezerva [%]	Překážka dle ČSN 73 6102
A - C	20	960	940	98	není překážka
C - A	30	498	468	94	nepatrná překážka
A - B	372	458	86	19	velká překážka
A - B a C	392	471	79	17	velká překážka

5.4.4 Výpočet výkonnosti na neřízené křižovatce B (po změně přednosti)



Obr. 5.26 Popis křižovatky B pro výpočet kapacit s označením ramen

Tab. 5.14 Intenzity vozidel pro jednotlivé dopravní proudy

[j.v/h]	do A	do B	do C
z A	-	372	20
z B	598	-	305
z C	30	351	-

Nyní zvolím hodnoty t_g a t_f pro proudy 2. a 3.stupně:

Dopravní proudy 2.stupně: $t_g = 5,2$ s; $t_f = 2,7$ s

Dopravní proud 3.stupně: $t_g = 6,0$ s; $t_f = 3,2$ s

Výpočet výkonnosti proudu 1.stupně:

Mezi proudy 1.stupně patří vozidla jedoucí směry A – B, B – A a A - C. Jelikož mají tyto proudy absolutní přednost, tak se z hlediska výkonnosti neposuzují.

Výpočet výkonnosti proudu 2.stupně:

- jízda rovně od Poruby na Svinov => B - C

Intenzita nadřazeného proudu $M = 372 \text{ j.v/h}$

Výkonnost:

$$C_m = \frac{372}{e^{\frac{372 \cdot 5,2}{3600}} - e^{\frac{372 \cdot (5,2 - 2,7)}{3600}}} = \underline{\underline{892 [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}$$

Rezerva:

$$R = 892 - 305 = \underline{\underline{587 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o nepatrnou překážku

- jízda rovně od Svinova na Porubu => C - B

Intenzita nadřazeného dopravního proudu $M = 372 \text{ j.v/h}$

Výkonnost:

$$C_m = \frac{372}{e^{\frac{372 \cdot 5,2}{3600}} - e^{\frac{372 \cdot (5,2 - 2,7)}{3600}}} = \underline{\underline{892 [\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}$$

Rezerva:

$$R = 892 - 351 = \underline{\underline{541 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o nepatrnou překážku

Výpočet výkonnosti proudu 3.stupně => C - A:

Koeficient γ :

Intenzita nadřazeného proudu 1. a 2.stupně $M = 598 + 372 + 305 = 1275 \text{ j.v/h}$

Intenzita proudu 2.stupně $N = 305 \text{ j.v/h}$

$$\gamma = e^{\frac{(1275-6,0+305 \cdot 3,2)}{3600}} = \underline{\underline{0,091 \quad [-]}}$$

Pravděpodobnost nevzdutého stavu:

$$p_{o2} = \frac{1275 - 305}{1275 - 0,091 \cdot 305} = \underline{\underline{0,78 \quad [-]}}$$

Výkonnost C'_{m3} : Intenzita nadřazeného proudu 1. a 2.stupně $M = 1275 \text{ j.v/h}$

$$C'_{m3} = \frac{1275}{e^{\frac{1275-6,0}{3600}} - e^{\frac{1275 \cdot (6,0-3,2)}{3600}}} = \underline{\underline{224 \text{ [voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}}$$

Celková výkonnost proudu 3.stupně:

$$C_{m3} = 0,78 \cdot 224 = \underline{\underline{174 \text{ [voz} \cdot \text{h}^{-1}]}}}$$

Rezerva:

$$R = 174 - 30 = \underline{\underline{144 \text{ j.v/h}}}$$

Dle ČSN 73 6102 se jedná o střední překážku

Rameno C je proud 2. a 3.stupně se společným řazením. Proto provedu přepočet výkonnosti. Použiji výkonnost C_{m2} a C_{m3} z předchozích výpočtů.

Výkonnost dopravních proudů se společným řazením na rameni C:

Pomocné koeficienty a_1, a_2 :

Celková intenzita vozidel na rameni C: $\sum M_A = 381 \text{ j.v/h}$

Intenzita vozidel odbočujících z C do A: $M_{a1} = 30 \text{ j.v/h}$

Intenzita vozidel odbočujících z C do B: $M_{a_2} = 351 \text{ j.v/h}$

$$a_1 = \frac{M_{a_1}}{\sum M_A} = \frac{30}{381} = \underline{\underline{0,08 [-]}} \quad a_2 = \frac{M_{a_2}}{\sum M_A} = \frac{351}{381} = \underline{\underline{0,92 [-]}}$$

Celková výkonnost společného řazení na rameni A:

Výkonnost $C_{m2} = 892 \text{ voz/h}$

Výkonnost $C_{m3} = 174 \text{ voz/h}$

$$C_m = \frac{1}{\frac{0,08}{174} + \frac{0,92}{892}} = \underline{\underline{671 \text{ j.v/h}}}$$

Rezerva:

$$R = 671 - 381 = \underline{\underline{290 \text{ j.v/h}}}$$

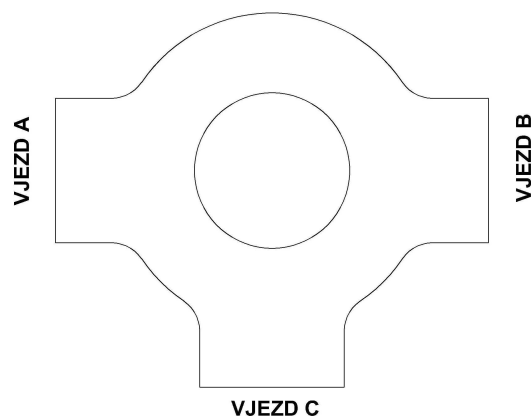
Dle ČSN 73 6102 se jedná o nepatrnou překážku.

Tab. 5.15 Celkové zhodnocení výkonnosti neřízené křižovatky B po změně přednosti

Směr	Intenzita [j.v/h]	Výkonnost [voz/h]	Rezerva [j.v/h]	Rezerva [%]	Překážka dle ČSN 73 6102
B - C	305	892	587	66	nepatrná překážka
C - B	351	892	541	61	nepatrná překážka
C - A	30	174	144	83	střední překážka
C - A a B	381	671	290	43	nepatrná překážka

Z tab. 5.14 je patrné, že výkonnosti dostatečně vyhovují oproti stávajícímu řešení na křižovatce B. Všechny ramena dosahují rezervních hodnot vyšších než 50 %.

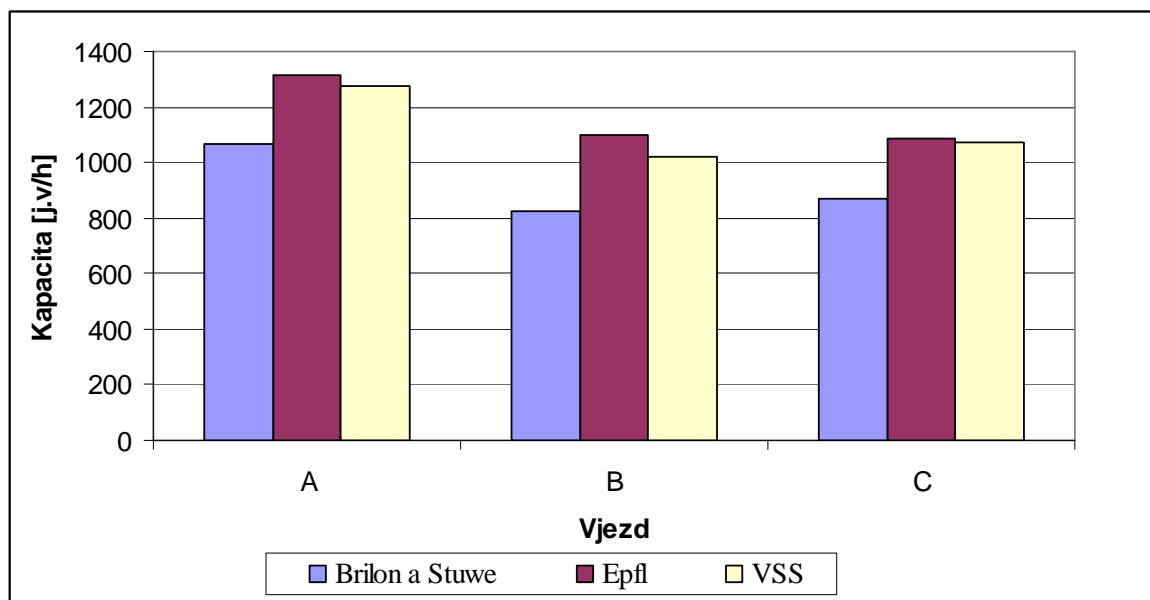
5.4.5 Kapacita okružní křižovatky B



Obr. 5.27 Označení vjezdů na křižovatce B

Tab. 5.16 Tabulka výsledných kapacit na okružní křižovatce B

		Vypočtená kapacita [j.v/h]		
		Brilon a Stuwe	Epfl	VSS
Vjezd	A	1065	1312	1277
	B	826	1097	1021
	C	868	1089	1071



Obr. 5.28 Graf vyjadřující kapacity jednotlivých výpočetních metod na křižovatce B

Tab. 5.17 Rezervy dle vypočtených metod na křižovatce B

Rezervy [%]	Brilon a Stuwe	EPFL	VSS
Vjezd A	23	31	29
Vjezd B	54	65,2	63
Vjezd C	55	64	63,5
Vjezd D	-	-	-

Z výsledků je patrné, že každý vjezd má rezervu vyšší než 20%, tudíž je tento návrh efektivní z hlediska zvýšení plynulosti dopravy.

6 Zhodnocení návrhů

Ekonomické zhodnocení jsem provedl dle podkladů, které mi poskytl pan Ing. Martin Venglář z Ostravských komunikací a.s. Ceny na realizaci jsou přibližné, jelikož jsem obdržel nekompletní ceník a neznám přesně všechny úkony, které jsou součástí realizace. Cenové kalkulace se provádí pomocí softwarového programu, kde jsou jednotlivé úkony rozděleny do skupin a podskupin a materiál je kódově odlišen.

6.1 Ekonomické zhodnocení křižovatky A

6.1.1 Ekonomické zhodnocení při provedení stavebních úprav neřízené křižovatky A

Tab. 6.1 Cenová kalkulace na realizaci stavebních úprav neřízené křižovatky A

Položka	Název úkonu, materiál	Počet jednotek	Jednotka [m.j]	Cena za jednotku [Kč/m.j]	Cena celkem [Kč]
1	Uložení sypaniny z hornin nesoudržných kamenitých do násypu zhutněných	470	m3	277	130 190
2	Asfaltový beton tl. 50mm	213	m2	232	49 416
3	Postřík živичný - spojovací	62	m2	20	1240
4	Těžká živичná vozovka tl. 650mm	213	m2	1500	319 500
5	Přeložka sloupu V.O/velký typ	2	ks	30000	60 000
6	Čelo propustky z betonu z trub DN 500	5	ks	10000	50 000
7	Zřízení propustky z trub o DN 500	61	m	5500	335 500
8	Osazení obrubníků, silniční, dvouvrstvý ABO 2-15, 100x15x25 cm	61	m	304	18544
9	Odstranění VDZ - barva	49	m2	190	9310
10	Nástřík čára 12,5+ předznačení, barva	345	m	17	5865
11	Nástřík VDZ s ozn.V7	4,72	m2	140	660,8
12	Nástřík vodorovného značení V13a	18	m2	280	5040
13	Nástřík vodorovného značení V 9a	11	m2	280	3080

14	Nástřik vodorovného značení V5	8,75	m2	280	2450
15	CITY BLOC 2m (vč.montáže)	18	m	2910	52 380
16	CITY BLOC 1m (vč.montáže)	1	m	2375	2375
17	CITY BLOC R0,5m (vč.montáže)	7	m	2375	16 625
18	Odstranění svislých dopravních značek	1	ks	90	90
19	Osazení dopravními značkami IP 19, IP 19b (vč.montáže)	2	ks	3502	7004
20	Osazení dopravní značkou P4 (vč.montáže)	1	ks	1202	1202
21	Osazení dopravní značkou B20a - 40 (vč.montáže)	1	ks	1402	1402
22	Objímka jednoduchá	8	ks	64	512
23	Patka	2	ks	1910	3820
24	Sloupek pozinkovaný	4	m	165	660
Přibližná cena na realizaci bez DPH v Kč					1 076 866 Kč
Přibližná cena na realizaci vč.19% DPH v Kč					1 281 469 Kč

6.1.2 Ekonomické zhodnocení zřízení SSZ na křižovatce A

Bude se skládat z celkové ceny uvedené v tab. 6.1 a z celkové ceny zařízení pro řízení světelnou signalizací na křižovatce A uvedené v tab.6.2.

Tab. 6.2 Cenová kalkulace realizace SSZ na křižovatce A

Položka	Název úkonu, materiál	Počet jednotek	Jednotka [m.j]	Cena za jednotku [Kč/m.j]	Cena celkem [Kč]
1	Vytyčení trati kabelového vedení	0,25	km	1501	375
2	Výkop jámy pro chodecký stožár	2	ks	2375	4750
3	Chodecký stožár	2	ks	3600	7200
4	Výkop jámy pro výložníkový stožár	3	ks	2375	7125
5	Výložníkový stožár	3	ks	15 710	47 130
6	Výkop jámy pro základ řadiče	1	ks	1900	1900

7	Mikroprocesorový řadič RS-2	1	ks	340 000	340 000
8	Návěstidla světlová 300/200/200	6	ks	10 350	62 100
9	Návěstidla chodecká 200	2	ks	5260	10 520
10	Rýha 35*60 cm a sondovací rýha 100*120 cm	183	m	230	42 090
11	Zhotovení drážky pro indukční smyčky (živečný kryt vč. zalití spáry)	96	m	963	92 448
12	Vodiče, kabely (CYKY, CMSM, TCEKFE), koncovky, spojky (vč. montáže a kontrolního měření)	-	-	-	511 430
13	Doplňkový materiál (šrouby, objímky, držáky, základový rám pod řadič, skříň XO, žárovky aj.) vč. montáže	-	-	-	92 112
14	Dokončovací montáže stožárů, sloupků, návěstidel, řadiče, regulace a kompletní vyzkoušení	-	-	-	227 520
15	Zemní práce spojené s dokončením stavby (zajištění kabelů, zához rýhy, odvoz zeminy, poklad obrubníků)	-	-	-	331 650
Přibližná cena realizace SSZ bez DPH v Kč					1 778 350 Kč
Přibližná cena realizace SSZ s 19% DPH v Kč					2 116 236 Kč

Celková cena zřízení SSZ včetně stavebních úprav na křižovatce A činí **3 397 732 Kč** včetně DPH.

6.1.3 Ekonomické zhodnocení výstavby okružní křižovatky A

Tab. 6.3 Cenová kalkulace realizace okružní křižovatky B

Položka	Název úkonu, materiál	Počet jednotek	Jednotka [m.j]	Cena za jednotku [Kč/m.j]	Cena celkem [Kč]
1	Přeložka sloupu V.O/velký typ	213	m2	232	49 416
2	Čelo propustku z betonu z trub DN 500	62	m2	20	1240
3	Zřízení propustku z trub o DN 500	213	m2	1500	319 500
4	Provedení řezu v asfaltu	44	m	77	3388

5	Odstranění podkladu (živice) tl. 30 cm;	196	m ²	423	82 908
6	Přesun podkladu do 15 m	46	m ³	200	9200
7	Uložení sypaniny z hornin nesoudržných kamenitých do násypu zhutněných	470	m ³	277	130 190
8	Osazení obrubníků, silniční, dvouvrstvý ABO 2-15, 100x15x25 cm	155	m	304	47 120
9	Kladení dlažebních kostek 8/10, tř.1	75,3	m ²	704	53 011
10	Podklad ze štěrkopísku pro zhutnění; tloušťky 15 cm	250	m ²	120	30 000
11	Kladení zámkové dlažby, šedá (chodník, ostrůvky)	75	m ²	370	27 750
12	Kladení zámkové dlažby červené, slepecké (kraj chodníku, ostrůvky)	15	m ²	450	6 750
13	Asfaltový beton tl. 50mm	236	m ²	232	54 752
14	Postřík živичný - spojovací	62	m ²	20	1240
15	Těžká živичná vozovka tl. 650mm	236	m ²	1500	354 000
16	Umístění svislých dopravních značek (P2, P4, C1,C4a,IP6,A4,A6b)	23	ks	-	34500
17	Nástřik vodorovné dopravní značky V7	61	m ²	140	8540
18	Nástřik vodorovného značení (V1a, V4)	73	m ²	280	20 440
19	Nástřik vodorovného značení V13a	39	m ²	280	10 920
20	Založení trávníku výsevem	201	m ²	45	9045
Přibližná cena realizace bez DPH v Kč					1 276 910 Kč
Přibližná cena realizace s 19% DPH v Kč					1 519 523 Kč

6.2 Ekonomické zhodnocení křižovatky B

6.2.1 Ekonomické zhodnocení při provedení stavebních úprav neřízené křižovatky B

Tab. 6.4 Cenová kalkulace na realizaci stavebních úprav neřízené křižovatky B

Položka	Název úkonu, materiál	Počet jednotek	Jednotka [m.j]	Cena za jednotku [Kč/m.j]	Cena celkem [Kč]
1	Nástřík čára 12,5+ předznačení, barva	44,29	m	17	752
2	Nástřík vodorovného značení V5	1,9	m2	280	532
3	Nástřík vodorovného značení V6a	2,968	m2	280	831
4	Dopravní značky P2	2	ks	952	1904
5	Dopravní značky E2b	2	ks	745	1490
6	Objímka jednodílná	2	ks	64	128
7	Patka	1	ks	1910	1910
8	Sloupek pozinkovaný	2	m	165	330
9	Odstranění dopravního značení	2	ks	90	180
10	Montáž dopravního značení	1	ks	152	152
Přibližná cena realizace bez DPH v Kč					8 210 Kč
Přibližná cena realizace s 19% DPH v Kč					9 770 Kč

6.2.2 Ekonomické zhodnocení zřízení SSZ na křižovatce A

Celková cena na realizaci SSZ na křižovatce B se skládá z položek uvedených v tab. 6.2 a v tab. 6.5.

Tab. 6.5 Cenová kalkulace realizace SSZ na křižovatce A

Položka	Název úkonu, materiál	Počet jednotek	Jednotka [m.j]	Cena za jednotku [Kč/m.j]	Cena celkem [Kč]
1	Nástřik čára 12,5+ předznačení, barva	44,29	m	17	752,93
2	Nástřik vodorovného značení V5	5,045	m2	280	1412,6
3	Nástřik vodorovného značení V6a	2,968	m2	280	831,04
4	Dopravní značky P2 (vč.montáže)	2	ks	952	1904
5	Dopravní značky A10 (vč.montáže)	3	ks	1202	3606
6	Dopravní značky E2b" (vč.montáže)	2	ks	745	1490
7	Objímka jednoduchá	2	ks	64	128
8	Patka	1	ks	1910	1910
9	Sloupek pozinkovaný	2	m	165	330
10	Odstranění dopravního značení	2	ks	90	180
11	Montáž dopravního značení	1	ks	152	152
Přibližná cena realizace bez DPH v Kč					12 697 Kč
Přibližná cena realizace s 19% DPH v Kč					15 109 Kč

Celková cena realizace SSZ: 15 109 + 2 116 636 = 2 131 745 Kč vč. DPH.

6.2.3 Ekonomické zhodnocení výstavby okružní křižovatky A

Položka	Název úkonu, materiál	Počet jednotek	Jednotka [m,j]	Cena za jednotku [Kč/m,j]	Cena celkem [Kč]
1	Odstranění křovin a stromů do průměru kmene 10 mm	30	m ²	34,5	1 035
2	Spálení křovin a stromů do průměru kmene 10 mm	30	m ²	7	210
3	Kácení stromů listnatých do průměru kmene 600 mm	5	ks	1300	6 500
4	Odkopávky horniny	60	m ³	80,5	4 830
5	Přesun horniny do 20 m (do násypu)	60	m ³	150	9 000
6	Uložení sypaniny z hornin nesoudržných kamenitých do násypu zhutněných	93	m ³	277	25 761
7	Odstranění podkladu (živice) tl. 30 cm;	710	m ²	423	300 330
8	Osazení obrubníků, silniční, dvouvrstvý ABO 2-15, 100x15x25 cm	178	m	304	54 112
9	Kladení dlažebních kostek 8/10, tř.1	34,5	m ²	704	24 288
10	Asfaltový beton tl. 50mm	390	m ²	232	90 480
11	Postřík živичný - spojovací	52	m ²	20	1 040
12	Těžká živичná vozovka tl. 650mm	390	m ²	1500	585 000
13	Zpevnění břehu betonovými pilíři	19,5	m ³	3200	62 400
14	Umístění svislých dopravních značek (P2, P4, C1,C4a,IP6,A4,A6b)	23	ks	-	18 840
15	Odstranění vodorovného značení	13,32	m ²	190	2 531
16	Nástřík vodorovné dopravní značky V7	13,32	m ²	140	1 865
17	Nástřík vodorovného značení (V1a, V4)	124,7	m ²	140	17 458
18	Založení trávníku výsevem	135	m ²	45	6 075
Přibližná cena realizace bez DPH v Kč					1 211 755 Kč
Přibližná cena realizace s 19% DPH v Kč					1 441 988 Kč

6.3 Celkové zhodnocení křižovatek A,B

6.3.1 Výsledný návrh křižovatky A

Z hlediska bezpečnosti, výkonnosti, celkových nákladů na realizaci volím, na křižovatce A **křižovatku okružní**, která je uvedena na obr. 5.9. Celková přibližná cena této okružní křižovatky činí **1 519 523 Kč vč.DPH**.

6.3.2 Výsledný návrh křižovatky B

Na křižovatce B je dle mého názoru vhodné změnit přednost v jízdě. Výstavba okružní křižovatky je nevhodným řešením, jelikož zde není dostatek prostoru pro vybudování okružní křižovatky a nastal by zde problém s odkupováním okolních pozemků, které se nachází v hlavním dopravním prostoru a nejsou ve vlastnictví města. Navíc dosahované hodnoty kapacit neřízené křižovatky B mají vyšší hodnoty, než řízení SSZ.Z hlediska efektivnosti, nákladů na realizaci volím změnu přednosti v jízdě na křižovatce B, uvedenou na obr. 5.11. Celková cena na realizaci úpravy v přednosti v jízdě činí **9 770 Kč vč. DPH**.

7 Závěr

V této diplomové práci jsem měl za úkol provést úpravu organizace a řízení dopravy vybraných křižovatek na ul. Nad Porubkou v Ostravě - Porubě. Konkrétně se jedná o dvě křižovatky. První křižovatkou je křižovatka Nad Porubkou – Francouzská a druhou je křižovatka Nad Porubkou – Rampa F.

V úvodní části popisuji vývoj dopravy a stručně body osnovy, které budu zpracovávat.

V druhé kapitole se soustředuji na popis mých zvolených křižovatek, v jaké lokalitě se nachází, jaké je stavební uspořádání křižovatek a v neposlední řadě popisuji problematiku daných křižovatek.

V třetí kapitole se věnuji dopravním průzkumům, popisuji jaké druhy dopravních průzkumů existují, k čemu slouží a také zde provádím vlastní dopravní průzkumy, zaměřené na směrový průzkum intenzit vozidel.

Ve čtvrté kapitole pojednávám o dopravní nehodovosti na dané křižovatce a zejména konfliktním situacím, které zde vznikají.

V páté kapitole se věnuji samotným návrhům na křižovatkách A,B. Jako první jsem provedl stavební úpravy při zachování neřízeného provozu, dále jsem provedl návrh SSZ a na závěr se věnuji návrhu okružní křižovatky.

V šesté kapitole provádím ekonomické zhodnocení výše uvedených návrhů a celkovou volbu typu křižovatky. **Na křižovatce A volím křižovatku okružní, kde náklady na realizaci činí 1 519 523 Kč vč.DPH. Na křižovatce B volím změnu přednosti v jízdě, kde náklady na realizaci činí 9 770 Kč vč.DPH.**

Seznam použitých pramenů

- [1] FOLPRECHT, J., KŘIVDA, V. Organizace a řízení dopravy I. 1.vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80–248–1030-1
- [2] KŘIVDA, V. Základy organizace a řízení silniční dopravy. 1.vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80–248–1253-3
- [3] TKÁČ, M. Určení koeficientů základních druhů silničních vozidel pro přepočet na jednotkové vozidla, 2008, 64 s
- [4] Norma ČSN 73 6110, Projektování místních komunikací
- [5] Technické podmínky TP 81. Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu. Brno: CDV, Ministerstvo dopravy České republiky, 1996. 111 s. ISBN 80-902141-2-6
- [6] Technické podmínky TP 65. Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích. Brno: CDV, 2002. 98 s. ISBN 80-86502-04-X
- [7] Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Ostrava: V-projekt s.r.o., 2005, 30 s

Přílohy

Seznam příloh

- Příloha 1: Stávající řešení na křižovatce A
- Příloha 2: Snímky hodnotící problematiku křižovatky A
- Příloha 3: Stávající řešení na křižovatce B
- Příloha 4: Intenzita vozidel na křižovatce A dle jednotlivých druhů vozidel
- Příloha 5: Intenzita vozidel na křižovatce B dle jednotlivých druhů vozidel
- Příloha 6: Celodenní průběh intenzit na křižovatce B
- Příloha 7: Trajektorie pro výpočet mezičasů na křižovatce A
- Příloha 8: Trajektorie pro výpočet mezičasů na křižovatce B
- Příloha 9: Zvolené fázové schéma na křižovatce B
- Příloha 10: Výsledná tabulka mezičasů na křižovatce B
- Příloha 11: Mezičasy pro jednotlivé kombinace fází na křižovatce B
- Příloha 12: Výsledná tabulka návrhu SSZ pro křižovatku A
- Příloha 13: Výsledná tabulka návrhu SSZ pro křižovatku B
- Příloha 14: Signální plán křižovatky A
- Příloha 15: Signální plán křižovatky B
- Příloha 16: Kapacitní výpočet okružní křižovatky A
- Příloha 17: Kapacitní výpočet okružní křižovatky B
- Příloha 18: Výpočet rezerv na křižovatce A

Příloha 19: Výpočet rezerv na křižovatce B

Příloha 20: Snímky pořízené z křižovatek A,B

Příloha 1: Stávající řešení na křižovatce A

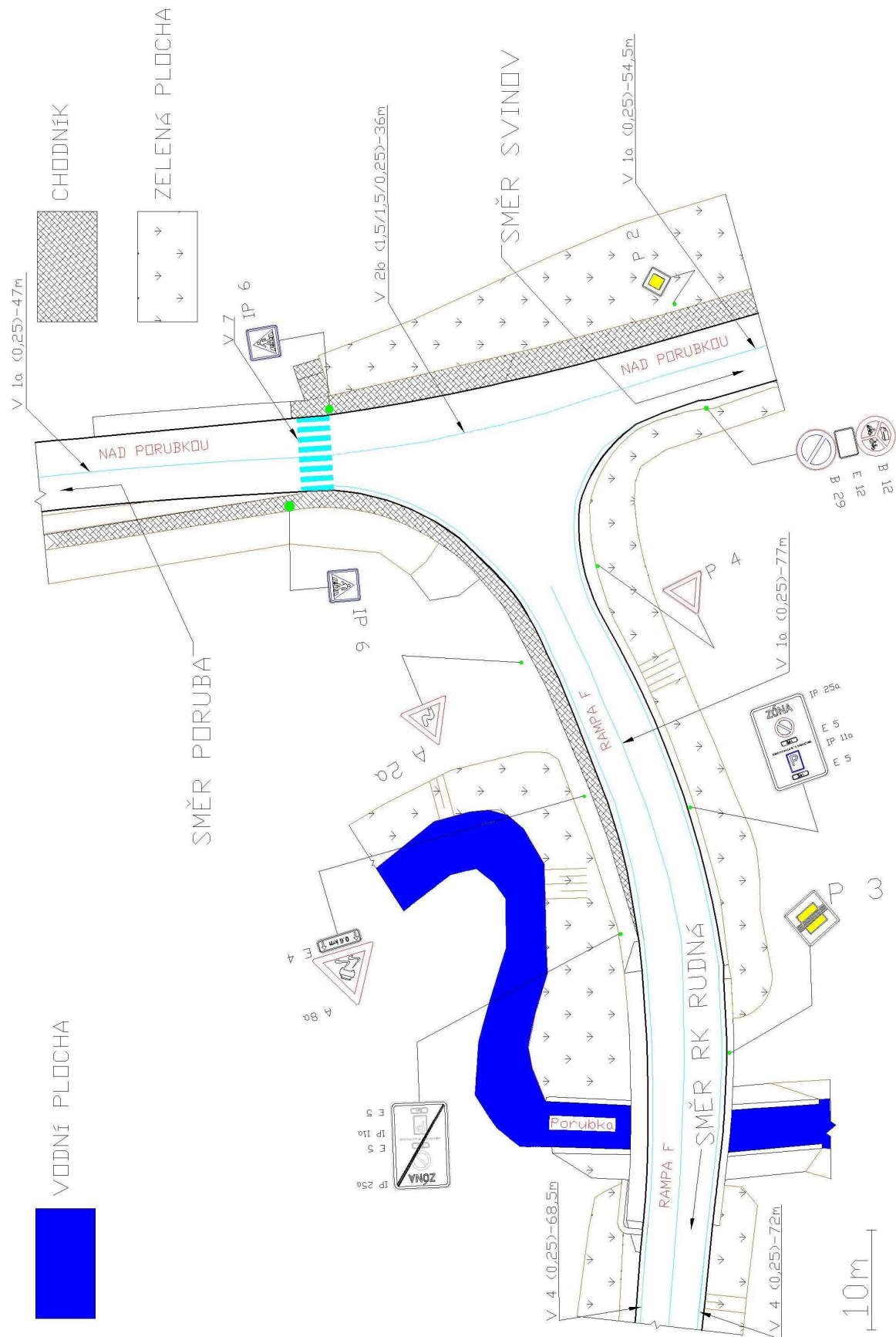


**Vznikající
kolony vozidel**



**Vozidla přejíždí
vodící čáru**

Příloha 3: Stávající řešení na křižovatce B



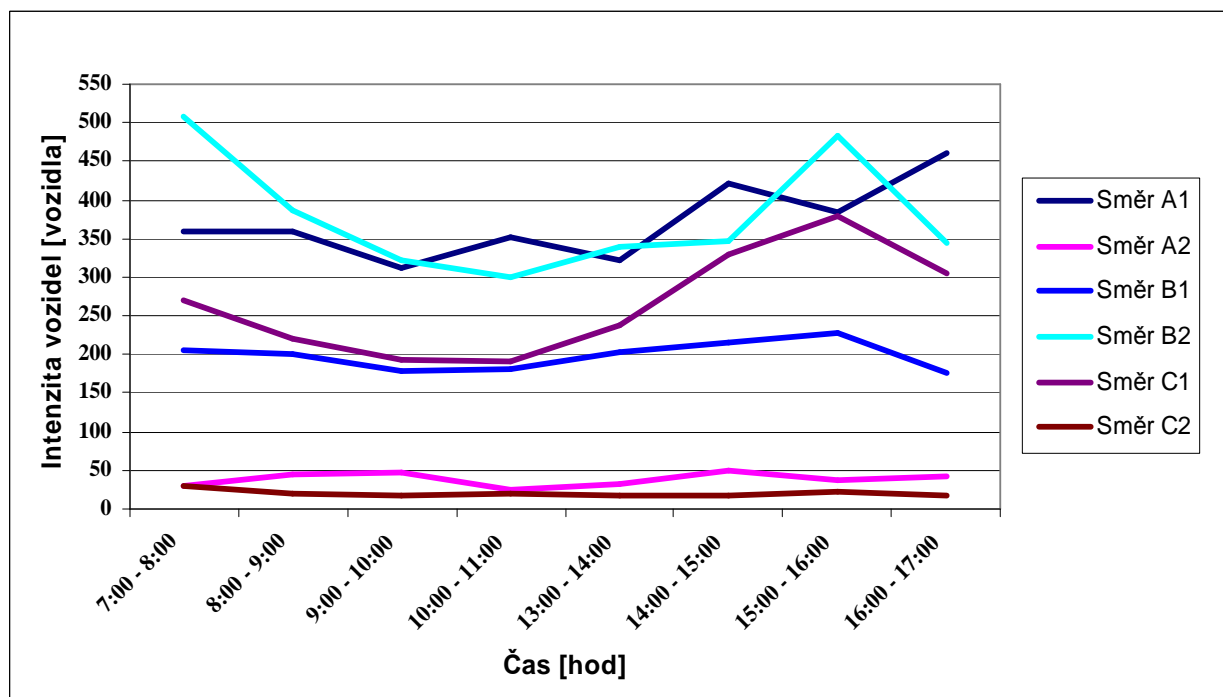
Příloha 4: Intenzita vozidel na křižovatce A dle jednotlivých druhů vozidel

Příloha 5: Intenzita vozidel na křižovatce B dle jednotlivých druhů vozidel

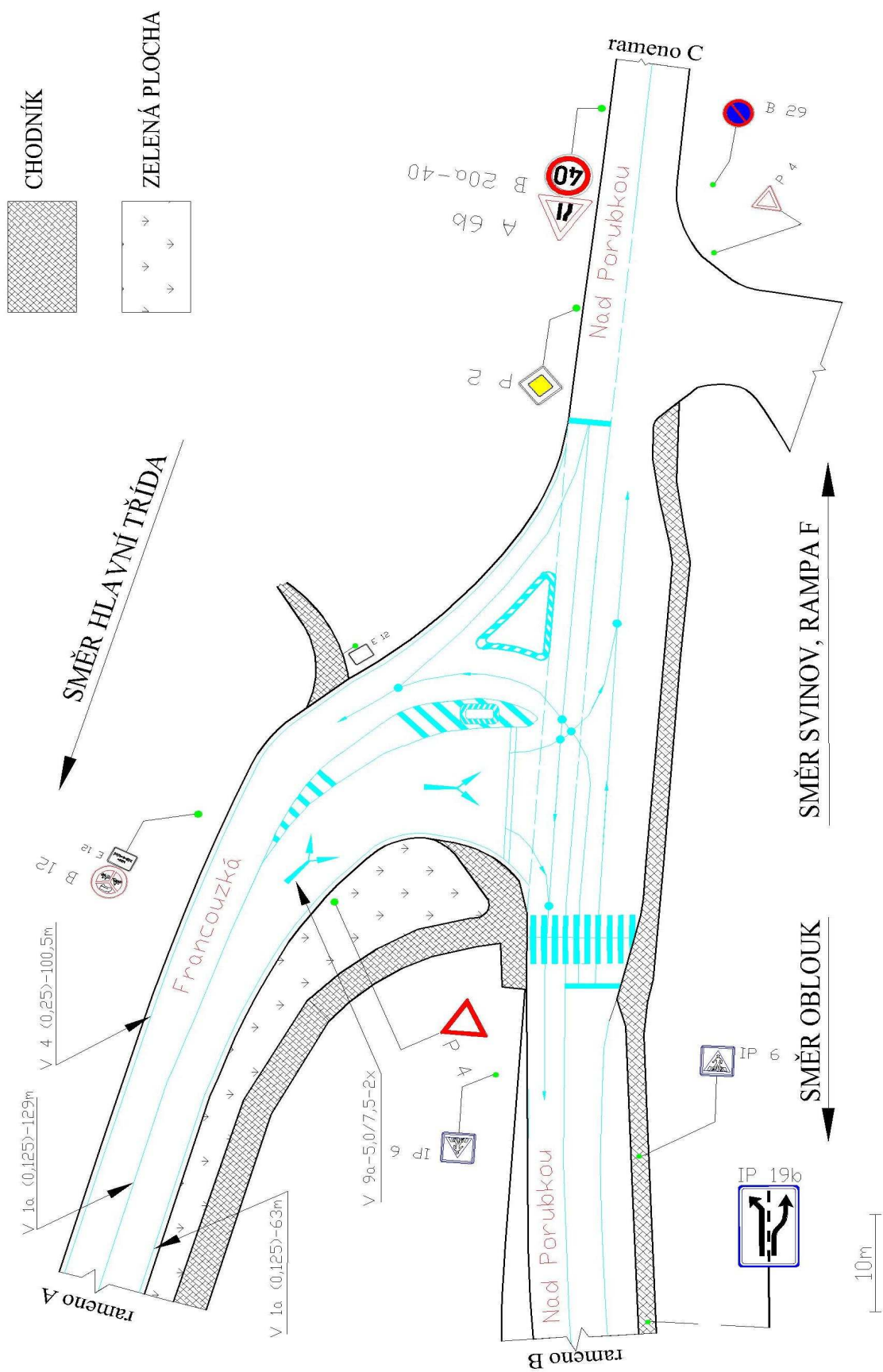
Čas	Kategorie vozidel	Počet vozidel	SUMA vozidel
7:00 - 8:00			
Směr A1	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	200	245 (285 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	36	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	8	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	1	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	-	
Směr A2	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	13	19 (26 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	2	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	4	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	-	
Směr B1	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	249	273 (293 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	24	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	-	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	-	
Směr B2	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	294	351 (410 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	46	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	1	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	7	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	3	
	Motocykly	-	
Směr C1	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	615	691 (761 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	63	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	-	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	11	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	1	
	Motocykly	1	
Směr C2	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	76	78 (80 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	2	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	-	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	-	

Čas	Kategorie vozidel	Počet vozidel	SUMA vozidel
7:00 - 8:00			
Směr A1	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	314	345 (372 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	27	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	2	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	2	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	-	
Směr A2	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	16	18 (20 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	2	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	-	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	-	
Směr B1	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	170	239 (305 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	51	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	5	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	11	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	1	
	Motocykly	1	
Směr B2	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	466	539 (598 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	69	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	1	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	2	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	1	
Směr C1	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	310	332 (351 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	12	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	2	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	6	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	2	
Směr C2	Osobní + nákladní automobily ($M_1 + N_1$)	28	29 (30 j.v.)
	Nákladní automobily (N_2)	-	
	Nákladní automobily (N_3) + jízdní soupravy	1	
	Autobusy dvounápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Autobusy kloubové + třínápravové ($M_2 + M_3$)	-	
	Motocykly	-	

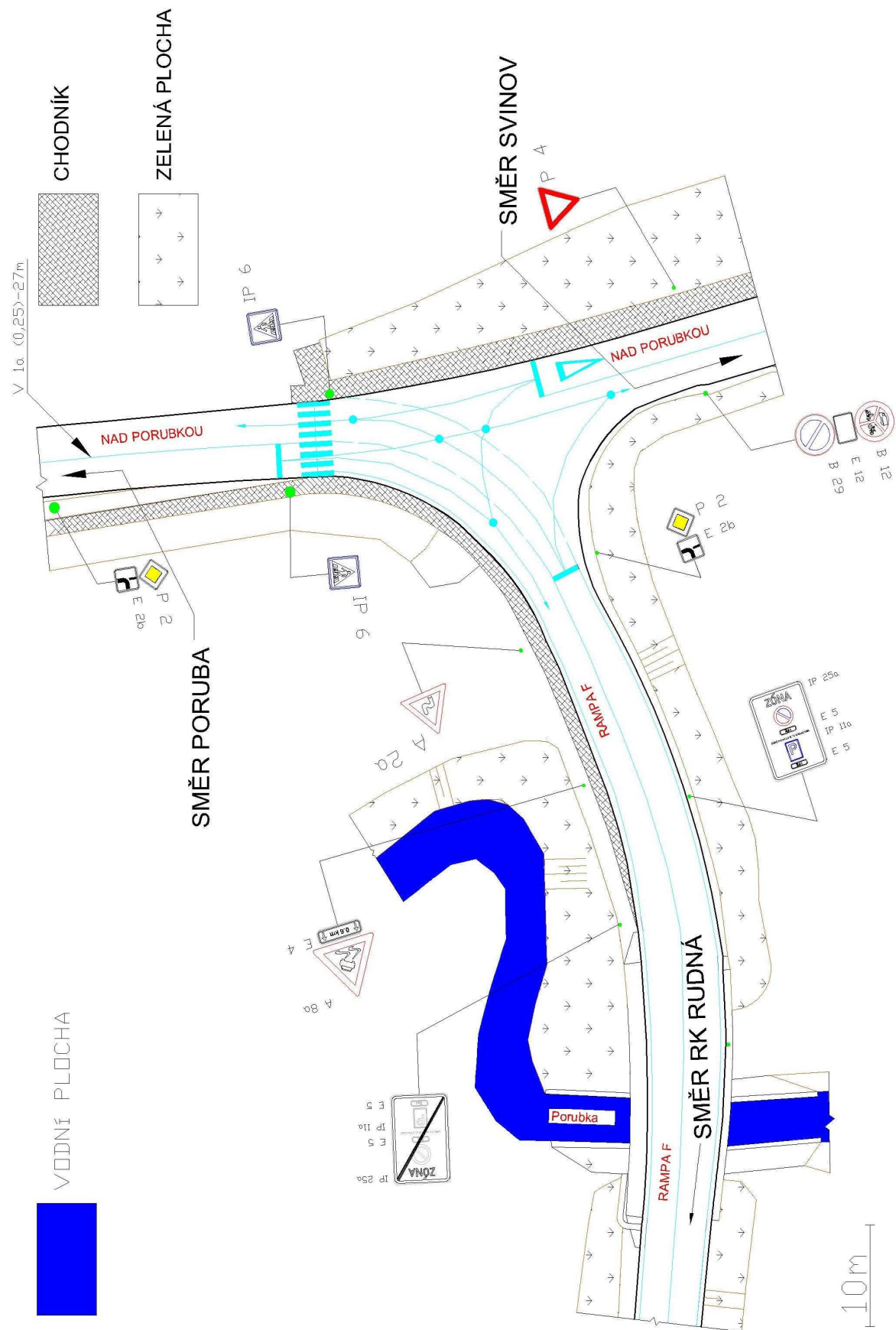
Příloha 6: Celodenní průběh intenzit na křižovatce B



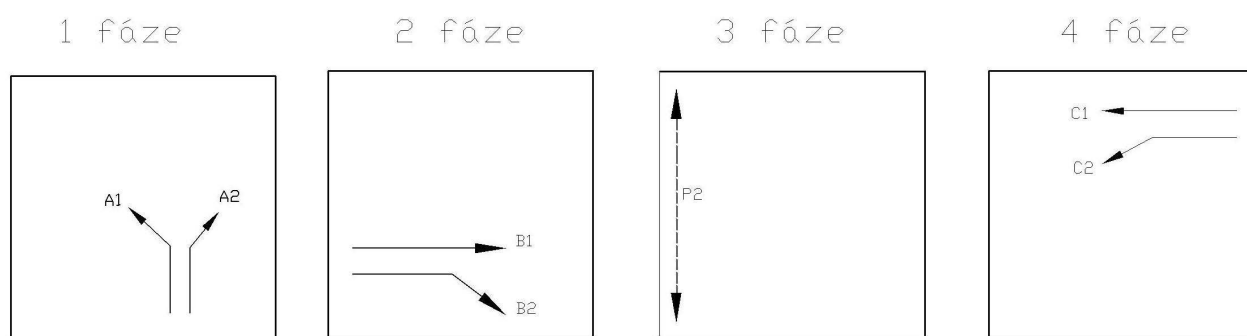
Příloha 7: Trajektorie pro výpočet mezičasů na křižovatce A



Příloha 8: Trajektorie pro výpočet mezičasů na křižovatce B



Příloha 9: Zvolené fázové schéma na křižovatce B



Příloha 10: Výsledná tabulka mezičasu na křižovatce B

	Najíždí						
Vyklizuje	A1	A2	B1	B2	C1	C2	P2
A1			4		5	4	4
A2			2				
B1	2	4				4	0
B2						4	
C1	1						1
C2	3		2	2			
P2	3		4	2	2		

Příloha 11: Mezičasy pro jednotlivé kombinace fází na křižovatce B

Číslo kombinace	Pořadí fáze	Součtový mezičas $t_{m,x}$
1	1-2-3-4	$t_{m,1} = t_{m1,2} + t_{m2,3} + t_{m3,4} + t_{m4,1} = 4 + 2 + 2 + 3 = 11 \text{ s}$
2	1-3-4-2	$t_{m,2} = t_{m1,3} + t_{m3,4} + t_{m4,2} + t_{m2,1} = 4 + 2 + 2 + 4 = 12 \text{ s}$
3	1-4-2-3	$t_{m,3} = t_{m1,4} + t_{m4,2} + t_{m2,3} + t_{m3,1} = 5 + 2 + 2 + 3 = 12 \text{ s}$
4	1-4-3-2	$t_{m,4} = t_{m1,4} + t_{m4,3} + t_{m3,2} + t_{m2,1} = 5 + 1 + 4 + 4 = 14 \text{ s}$
5	1-2-4-3	$t_{m,5} = t_{m1,2} + t_{m2,4} + t_{m4,3} + t_{m3,1} = 4 + 4 + 1 + 3 = 12 \text{ s}$
6	1-3-2-4	$t_{m,6} = t_{m1,3} + t_{m3,2} + t_{m2,4} + t_{m4,1} = 4 + 4 + 4 + 3 = 15 \text{ s}$

Příloha 12: Výsledná tabulka návrhu SSZ pro křižovatku A

Název	Signální skupina	Fáze č.	Intenzita pro skupinu	Maxim. intenzita z fáze									Počet pruhů	Výpočt. zatížení pro fázi	Výpočt. zatížení pro skupinu	Zelené skutečné pro fázi	Zelené zaokr. nahoru	Zelené pro skupinu	Kapacita	Rezerva	Délka řadícího pruhu
Označení				I	$k_{šř}$	k_{skl}	k_R	k_{odb}	k_{ch}	k_n	k	$k_{nár}$	n	M		z_v	z		K		l
Jednotka			j.v./h	j.v./h										j.v./h	j.v./h	s	s		j.v./h	%	m
	A1	1	285	285	0,85	0,85	1,1	1	1	1,1	0,87	1,1	1	274	274	10,20	11	10,20	296	8,0	30
	A2	1	26	285	0,85	0,85	1,15	1,05	1,05	1,1	1,0	1,1	1		29			1,07	296	91,2	4
	B1	3	293	410	1	1	1,05	1,2	1	1	1,3	1,1	1		406			15,12	457	35,9	41
	B2	3	410	410	1	1	1	1	1	1	1,0	1,1	1	451	451	16,79	17	16,79	457	10,3	44
	C1	2	761	761	0,85	1	1	1	1	1,1	0,9	1,1	1	747	747	27,81	28	27,81	752	10,0	57
	C2	2	80	761	0,85	1	1,15	1,05	1	1,1	1,1	1,1	1		95			3,53	752	89,4	12
														Σ M	1472						

Výpočtová délka cyklu:

$$C_v = 60 \text{ s}$$

Skutečná délka cyklu:

$$C = 67 \text{ s}$$

Saturovaný tok:

$$S = 1800 \text{ j.v./h}$$

Příloha 13: Výsledná tabulka návrhu SSZ pro křižovatku B

Název	Signální skupina	Fáze č.	Intenzita pro skupinu	Maxim. intenzita z fáze									Počet pruhů	Výpočt. zatížení pro fázi	Výpočt. zatížení pro skupinu	Zelené skutečné pro fázi	Zelené zaokr. nahoru	Zelené pro skupinu	Kapacita	Rezerva	Délka řadícího pruhu
Označení				I	k _{šřf}	k _{skl}	k _R	k _{odb}	k _{ch}	k _n	k	k _{nár}	n	M		z _v	z		K		l
Jednotka			j.v./h	j.v./h										j.v./h	j.v./h	s	s		j.v./h	%	m
	A1	1	372	372	1	1	1,1	1,2	1,1	1	1,39	1,1	1	428	428	21,63	22	21,63	435	14,5	62
	A2	1	20	372	1	1	1,2	1,1	1	1	1,2	1,1	1		27			1,34	435	95,4	5
	B1	2	305	598	1	1	1	1,1	1,1	1	1,2	1,1	1		388			19,58	732	58,3	58
	B2	2	598	598	1	1	1,1	1,2	1,1	1	1,4	1,1	1	728	728	36,78	37	36,78	732	18,3	84
	P2	3	15	15	1	1	1	1	1,1	1	1,1	1,1	1	17	17	-	11	-	-	-	-
	C1	4	351	351	1	1	1	1,2	1,1	1	1,3	1,1	1	486	486	24,56	25	24,58	495	29,1	68
	C2	4	30	351	1	1	1,1	1	1,1	1	1,2	1,1	1		38			1,93	495	93,9	7
Σ M														1659							

Výpočtová délka cyklu:

$$C_v = 87 \text{ s}$$

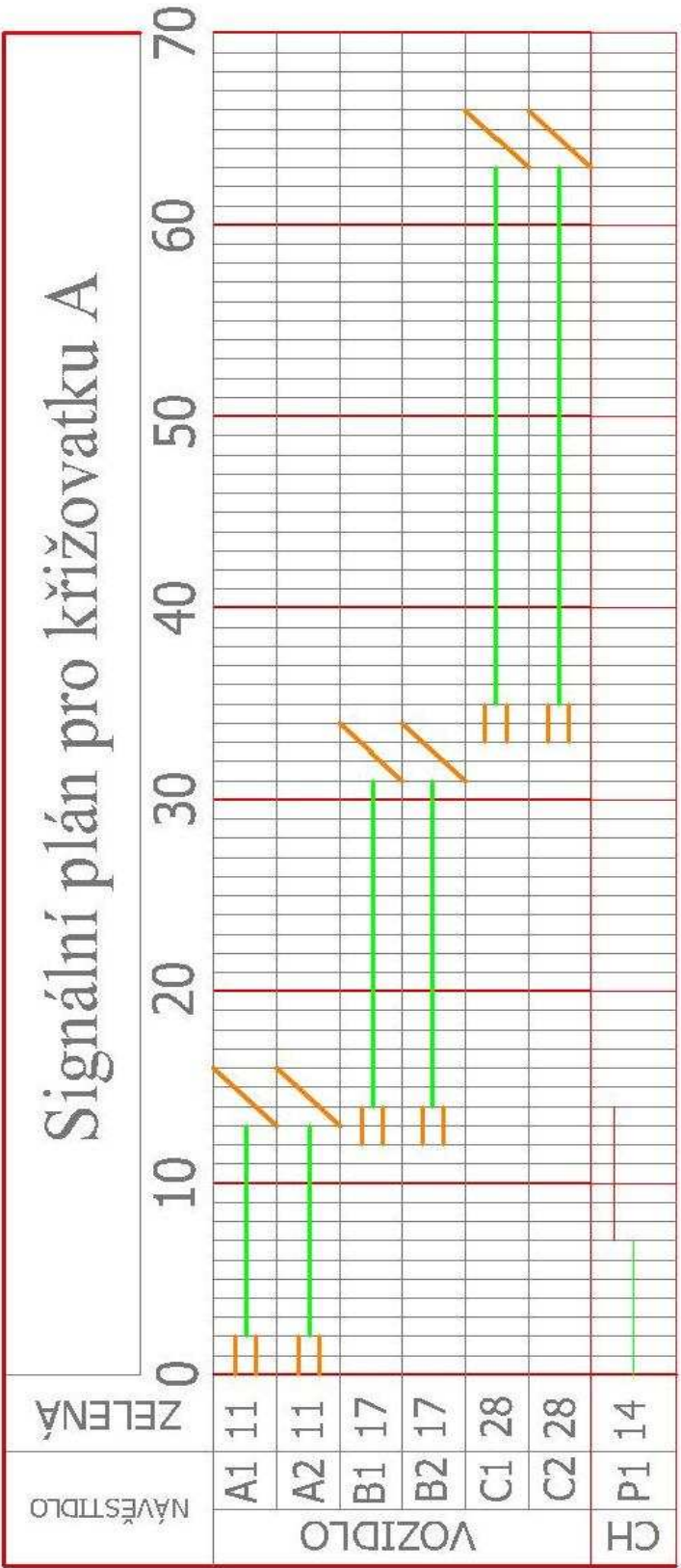
Skutečná délka cyklu:

$$C = 96 \text{ s}$$

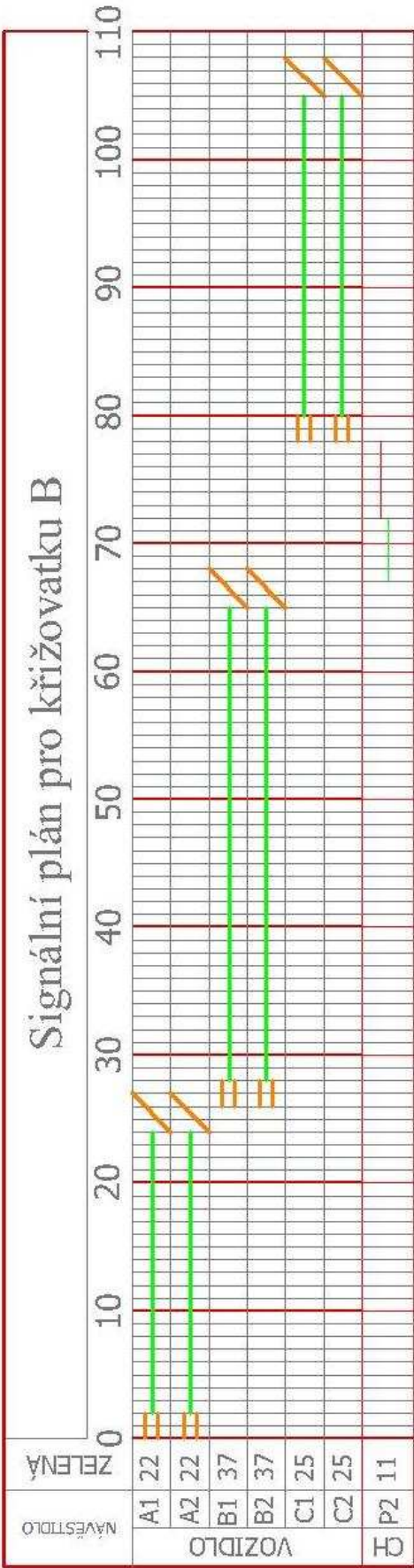
Saturovaný tok:

$$S = 1900 \text{ j.v/h}$$

Příloha 14: Signální plán křižovatky A



Příloha 15: Signální plán křižovatky B



Příloha 16: Kapacitní výpočet okružní křižovatky A

Kapacita vjezdu podle Brilona a Stuweho:

- pro výpočet použiji vzorec:
$$C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} [j.v./h].$$

Před samotným výpočtem je nutno stanovit intenzitu dopravního proudu na okružním pásu těsně před vjezdem:

$$M_A = DB + DC + DD + BB + CB + CC = 5 + 285 + 0 + 0 + 4 + 0 = \underline{294} \text{ j.v./h},$$

$$M_B = AC + AD + AA + CC + DC + DD = 761 + 80 + 0 + 0 + 285 + 0 = \underline{1126} \text{ j.v./h},$$

$$M_C = AD + AA + BD + BA + BB + DD = 80 + 0 + 5 + 4 + 0 + 0 = \underline{89} \text{ j.v./h},$$

$$M_D = AA + BA + BB + CA + CB + CC = 0 + 4 + 0 + 410 + 4 + 0 = \underline{418} \text{ j.v./h}.$$

Dle tabulky 5.7, kterou jsem uvedl v textu své práce, určím hodnoty koeficientu A a B, abych mohl pokračovat ve výpočtu:

$$A = 1089 [-],$$

$$B = 7,42 [-].$$

Nyní je možno vypočítat kapacity pro jednotlivé vjezdy:

$$C_A = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\frac{-7,42 \cdot 294}{10000}} = \underline{\underline{875 \text{ j.v./h}}},$$

$$C_B = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\frac{-7,42 \cdot 1126}{10000}} = \underline{\underline{472 \text{ j.v./h}}},$$

$$C_C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\frac{-7,42 \cdot 89}{10000}} = \underline{\underline{1019 \text{ j.v./h}}},$$

$$C_D = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\frac{-7,42 \cdot 418}{10000}} = \underline{\underline{798 \text{ j.v./h}}}.$$

Kapacita vjezdu podle metody EPFL:

- pro výpočet použiji vzorec:
$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) [j.v./h].$$

Nejprve si opět stanovím potřebné veličiny. Jedná se zde především o intenzity určitých dopravních proudů.

Následující hodnoty určím přímo z pentlogramu dle intenzit:

$$Q_{a,A} = 436 \text{ j.v./h},$$

$$Q_{a,B} = 12 \text{ j.v./h},$$

$$Q_{a,C} = 1046 \text{ j.v./h},$$

$$Q_{a,D} = 373 \text{ j.v./h}.$$

Hodnoty Q_k určím stejně jako v předešlé metodě hodnotu M:

$$Q_{k,A} = DB + DC + DD + BB + CB + CC = 5 + 285 + 0 + 0 + 4 + 0 = \underline{294} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,B} = AC + AD + AA + CC + DC + DD = 761 + 80 + 0 + 0 + 285 + 0 = \underline{1126} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,C} = AD + AA + BD + BA + BB + DD = 80 + 0 + 5 + 4 + 0 + 0 = \underline{89} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,D} = AA + BA + BB + CA + CB + CC = 0 + 4 + 0 + 410 + 4 + 0 = \underline{418} \text{ j.v./h}.$$

Hodnotu α jsem zvolil dle orientačního grafu a znalosti vzdálenosti mezi dvěma kolizními body: tedy $\alpha = 0,25 [-]$.

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (294 + 0,25 \cdot 436) = \underline{\underline{1141 \text{ j.v./h}}},$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (1126 + 0,25 \cdot 12) = \underline{\underline{496 \text{ j.v./h}}},$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (89 + 0,25 \cdot 1046) = \underline{\underline{1188 \text{ j.v./h}}},$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (418 + 0,25 \cdot 373) = \underline{\underline{1045 \text{ j.v./h}}}.$$

Kapacita vjezdu podle metody VSS:

- pro výpočet použiji vzorec: $L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k \text{ [j.v./h]}.$

Jako v předešlých dvou případech je nutné, abych si stanovil potřebné veličiny. Zde se jedná pouze o hodnotu Q_k , kterou jsem již vypočetl v předešlé metodě.

$$Q_{k,A} = DB + DC + DD + BB + CB + CC = 5 + 285 + 0 + 0 + 4 + 0 = \underline{294} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,B} = AC + AD + AA + CC + DC + DD = 761 + 80 + 0 + 0 + 285 + 0 = \underline{1126} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,C} = AD + AA + BD + BA + BB + DD = 80 + 0 + 5 + 4 + 0 + 0 = \underline{89} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,D} = AA + BA + BB + CA + CB + CC = 0 + 4 + 0 + 410 + 4 + 0 = \underline{418} \text{ j.v./h}.$$

Ted' už můžu vypočítat jednotlivé kapacity:

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 294 = 1079 \text{ j.v./h},$$

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 1126 = 455 \text{ j.v./h},$$

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 89 = 1233 \text{ j.v./h},$$

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 418 = 986 \text{ j.v./h}.$$

Příloha 17: Kapacitní výpočet okružní křižovatky B

Kapacita vjezdu podle Brilona a Stuweho:

- pro výpočet použiji vzorec:
$$C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} [j.v./h].$$

Před samotným výpočtem je nutno stanovit intenzitu dopravního proudu na okružním pásu těsně před vjezdem:

$$M_A = BC + BB + CC = \underline{30} \text{ j.v./h},$$

$$M_B = AA + CA + CC = 0 + 372 + 0 = \underline{372} \text{ j.v./h},$$

$$M_C = AB + AA + BB = 305 + 0 + 0 = \underline{305} \text{ j.v./h}.$$

Dle tabulky 5.7, kterou jsem uvedl v textu své práce, určím hodnoty koeficientu A a B, abych mohl pokračovat ve výpočtu:

$$A = 1089 [-],$$

$$B = 7,42 [-].$$

Nyní je možno vypočítat kapacity pro jednotlivé vjezdy:

$$C_A = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\frac{-7,42 \cdot 30}{10000}} = \underline{\underline{1065 j.v./h}},$$

$$C_B = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\frac{-7,42 \cdot 372}{10000}} = \underline{\underline{826 j.v./h}},$$

$$C_C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\frac{-7,42 \cdot 305}{10000}} = \underline{\underline{868 j.v./h}}.$$

Kapacita vjezdu podle metody EPFL:

- pro výpočet použiji vzorec:
$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) [j.v./h].$$

Nejprve si opět stanovím potřebné veličiny. Jedná se zde především o intenzity určitých dopravních proudů.

Následující hodnoty určím přímo z pentlogramu dle intenzit:

$$Q_{a,A} = 723 \text{ j.v./h},$$

$$Q_{a,B} = 325 \text{ j.v./h},$$

$$Q_{a,C} = 628 \text{ j.v./h}.$$

Hodnoty Q_k určím stejně jako v předešlé metodě hodnotu M:

$$Q_{k,A} = BC + BB + CC = \underline{30} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,B} = AA + CA + CC = 0 + 372 + 0 = \underline{372} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,C} = AB + AA + BB = 305 + 0 + 0 = \underline{305} \text{ j.v./h}.$$

Hodnotu α jsem zvolil dle orientačního grafu a znalosti vzdálenosti mezi dvěma kolizními body: tedy $\alpha = 0,25 [-]$.

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (30 + 0,25 \cdot 723) = \underline{\underline{1312 \text{ j.v./h}}},$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (372 + 0,25 \cdot 325) = \underline{\underline{1097 \text{ j.v./h}}},$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (305 + 0,25 \cdot 628) = \underline{\underline{1089 \text{ j.v./h}}},$$

Kapacita vjezdu podle metody VSS:

- pro výpočet použiji vzorec: $L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k \text{ [j.v./h]}.$

Jako v předešlých dvou případech je nutné, abych si stanovil potřebné veličiny. Zde se jedná pouze o hodnotu Q_k , kterou jsem již vypočetl v předešlé metodě.

$$Q_{k,A} = BC + BB + CC = \underline{30} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,B} = AA + CA + CC = 0 + 372 + 0 = \underline{372} \text{ j.v./h},$$

$$Q_{k,C} = AB + AA + BB = 305 + 0 + 0 = \underline{305} \text{ j.v./h}.$$

Ted' už můžu vypočítat jednotlivé kapacity:

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 30 = 1277 \text{ j.v./h},$$

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 372 = 1021 \text{ j.v./h},$$

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 305 = 1071 \text{ j.v./h}.$$

Příloha 18: Výpočet rezerv na křižovatce A

- pro výpočet použijí jednoduchý vzorec: $R_i = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) [\%]$.

Brilon a Stuwe:

$$R_A = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{728}{875} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{22,0 \%}},$$

$$R_B = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{12}{472} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{97,5 \%}},$$

$$R_C = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{703}{1019} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{31 \%}},$$

$$R_D = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{311}{798} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{61 \%}}.$$

EPFL:

$$R_A = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{841}{1141} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{26,3 \%}},$$

$$R_B = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{12}{496} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{97,5 \%}},$$

$$R_C = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{703}{1188} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{40,8 \%}},$$

$$R_D = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{311}{1045} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{70,2 \%}}.$$

VSS:

$$R_A = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{841}{1079} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{22 \%}},$$

$$R_B = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{12}{455} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{97,3 \%}},$$

$$R_C = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{703}{1233} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{43 \%}},$$

$$R_D = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{311}{986} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{68,5 \%}}.$$

Příloha 19: Výpočet rezerv na křižovatce B

- pro výpočet použijí jednoduchý vzorec: $R_i = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) [\%]$.

Brilon a Stuwe:

$$R_A = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{903}{1065} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{23 \%}},$$

$$R_B = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{381}{826} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{53,9 \%}},$$

$$R_C = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{392}{868} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{54,8 \%}},$$

EPFL:

$$R_A = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{903}{1312} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{31,17 \%}},$$

$$R_B = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{381}{1097} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{65,2 \%}},$$

$$R_C = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{392}{1089} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{64 \%}},$$

VSS:

$$R_A = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{903}{1277} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{29,2 \%}},$$

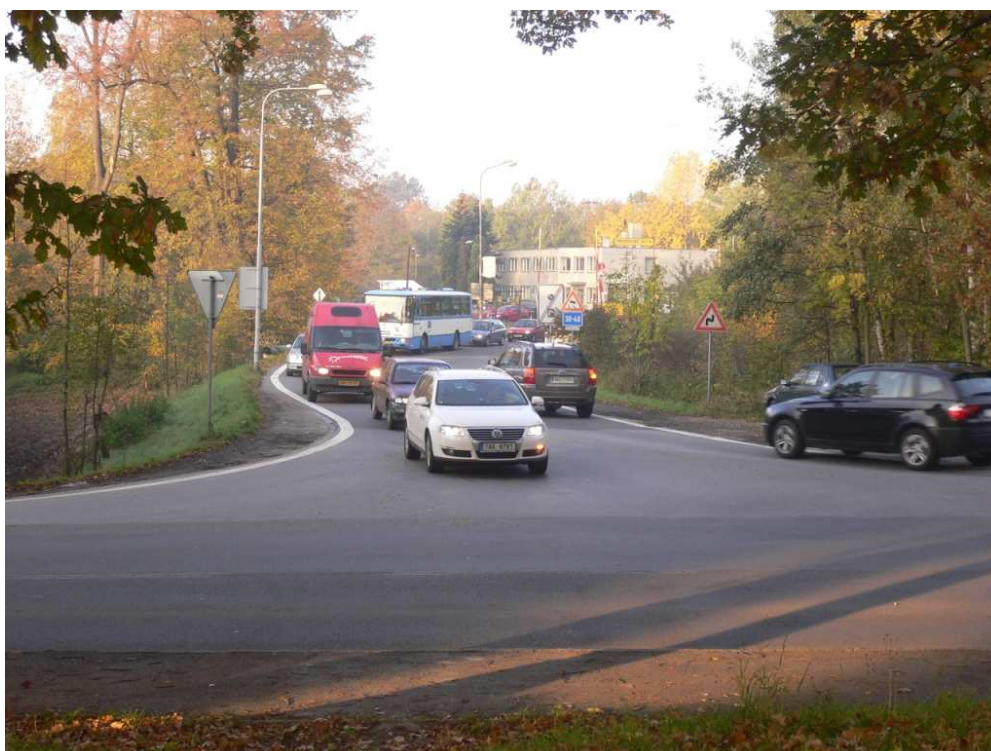
$$R_B = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{381}{1021} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{62,7 \%}},$$

$$R_C = 100 - \left(\frac{I_i}{C_i} \cdot 100 \right) = 100 - \left(\frac{392}{1071} \cdot 100 \right) = \underline{\underline{63,4 \%}},$$

Příloha 20: Snímky pořízené z křižovatek A,B



Pozn: Kolona vozidel,vedoucí téměř k Hlavní třídě (křižovatka A).



Pozn: Kolona vozidel na Rampě F na křižovatce B.